DIE NATURWISSENSCHAFTEN

22. Jahrgang 20. April 1934 Heft 16

Anzeichen von Beziehungen zwischen Bodenstrom und Relief in der Tiefsee des Indischen Ozeans.

Von GEORG WÜST, Berlin.

Das Problem der Ausbreitung des indisch-antarktischen Bodenwassers ist bereits in den Untersuchungen von MURRAY (1899), SCHOTT (1902 und 1928), v. DRYGALSKI (1926), MÖLLER (1929) u. a., die sich mit der Temperaturverteilung am Boden des Indischen Ozeans auf Grund von Karten und Schnitten befaßten, angeschnitten worden. Für den Golf von Bengalen gab R. B. SEYMOUR SEWELL (1932) eine detaillierte Karte der Bodentemperatur, die eine enge Abhängigkeit des Bodenstroms vom Relief für dieses im wesentlichen oberhalb 4000 m Tiefe gelegene Gebiet zeigt. Derselbe Verfasser veröffentlichte 1925 eine schematische Skizze der wahrscheinlichen Bahnen des Bodenstroms im gesamten Ozean, die in Fig. 1 reproduziert ist. Hierin drückt SEWELL die Auffassung aus, daß sich der Bodenstrom von der Antarktis aus in drei verschieden mächtigen Zungen nach Norden ausbreitet, deren westlichste in der Höhe von Madagaskar endet, während die zweite und dritte bis über den Äquator in das Arabische Meer bzw. in den Golf von Bengalen vordringen. Jede dieser Zungen fließt nach SEWELLS Meinung zuerst nach Osten bzw. Nordosten, wird aber durch den Einfluß der Erdrotation mehr und mehr nach Norden und Nordosten abgelenkt.

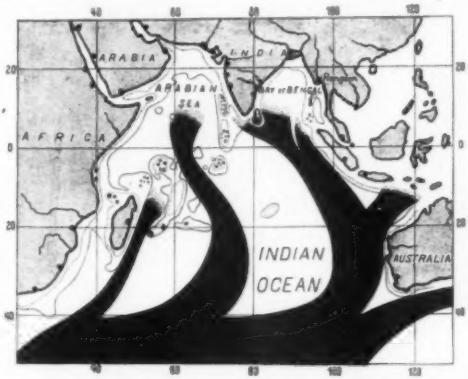


Fig. 1. Wahrscheinliche Ausbreitung des kalten antarktischen Bodenwassers im Indischen Ozean nach SEWELL 1925.

Die im Atlantischen Ozean festgestellten Beziehungen zwischen Bodenstrom und Relief (WÜST 1933) lassen eine neue Bearbeitung der Bodentemperaturen in der indischen Tiefsee nach gleichen Methoden als aussichtsreich erscheinen. Aus den damals dargelegten Gründen wird hierbei nicht die tatsächliche Bodentemperatur in situ, sondern die potentielle Bodentemperatur[1] verwendet und nur der eigentliche Bereich des antarktischen Bodenstroms, der Tiefseeboden von mehr als 4000 m Tiefe, berücksichtigt. Im Vergleich zum Atlantischen Ozean ist das Beobachtungsmaterial in den meisten Gebieten des Indischen recht spärlich. Insgesamt wurden 191 Werte in den Expeditionsberichten, in den „Lists of oceanic depths" und in den „Annalen der Hydrographie" vorgefunden, von denen jedoch ein verhältnismäßig großer Teil — nämlich 75 Werte — wegen der Weite der Fehlergrenzen als zweifelhaft angesehen werden mußte. Von diesen 75 fraglichen Werten stammen allein 36 von britischen Kabeldampfern aus dem Jahre 1913, welche die Bodentemperatur nur auf $\pm$ 1,0 F ($\pm$ 0,6°C) genau beobachteten. Einen Überblick über das vom Verfasser herangezogene Beobachtungsmaterial gibt Fig. 2, die zugleich die mit Hilfe der Tabellen von HELLAND-HANSEN (1930) neu ermittelten Werte der potentiellen Bodentemperatur enthält und in welche die 4000 m-Isobathe aus der Tiefenkarte von GROLL (1912) übernommen wurde. Das Kärtchen lehrt, daß noch zahlreiche 5°-Felder in der indischen Tiefsee bar jeder Beobachtung der Bodentemperatur sind. Nach den im Atlantischen Ozean gemachten Erfahrungen ist es daher ein Wagnis, auf Grund so spärlichen Materials, das überdies wahrscheinlich nicht frei von größeren Fehlerquellen ist, eine Karte der Verteilung der potentiellen Bodentemperatur zu konstruieren. Das erzielte Bild (Fig. 3) muß daher als eine hypothetische Darstellung bezeichnet werden, welche besonders das Ziel verfolgt, die weitere Forschung auf einige wichtige, vornehmlich morphologische Probleme hinzuweisen. Darüber hinaus gestattet aber die Karte, die Ausbreitung des antarktischen Bodenwassers etwas genauer zu verfolgen, als dies bislang möglich war, und einen Vergleich mit der entsprechenden Darstellung des Atlantischen Ozeans zu ziehen.

Der hervorstechendste neue Zug ist die zwar noch nicht ganz gesicherte Zweiteilung der indischen Bodenzirkulation in eine westliche, deren Wassermassen hauptsächlich dem atlantisch-indischen Südpolarbecken entstammen, und in eine östliche, die wahrscheinlich im wesentlichen von dem indisch-antarktischen Ostbecken ihren

[1] Das ist nach HELLAND-HANSEN *die* Temperatur, welche das Bodenwasser annehmen würde, wenn es adiabatisch vom Tiefseeboden zur Meeresoberfläche verschoben würde.

Ausgang nimmt. Daß eine solche Zweiteilung in einem gewissen Umfang vorliegen muß, konnte man bereits nach der Tiefenkarte von GROLL (1912) vermuten, die ein System im wesentlichen Nord-Süd verlaufender Bodenaufwölbungen in den zentralen Teilen des Ozeans erkennen läßt. Diese zentralen Aufwölbungen, die im Zuge der Malediven, Tschagos-Inseln, von Rodriguez, Neu-Amsterdam und des Kerguelen-Gaussberg-Rückens im wesentlichen zwischen 60° und 80° östl. Länge gelegen sind, weisen in der Karte von GROLL lediglich in einem fast lotungsarmen Gebiet zwischen 20° S und 30° S eine relativ breite, über 4000 m Tiefe herabreichende Unterbrechung auf. Es erhebt sich nun die bedeutungsvolle Frage: Besteht ein Zusammenhang zwischen der nördlichen und der südlichen Zentralschwelle GROLLS, ist also die indische Tiefsee, ähnlich wie die atlantische, durch einen durchgehenden, vorwiegend meridionalen Zentralrücken in zwei parallele Tiefseemulden getrennt? Für eine solche Trennung der beiden Mulden würden die mit dem Minimum-

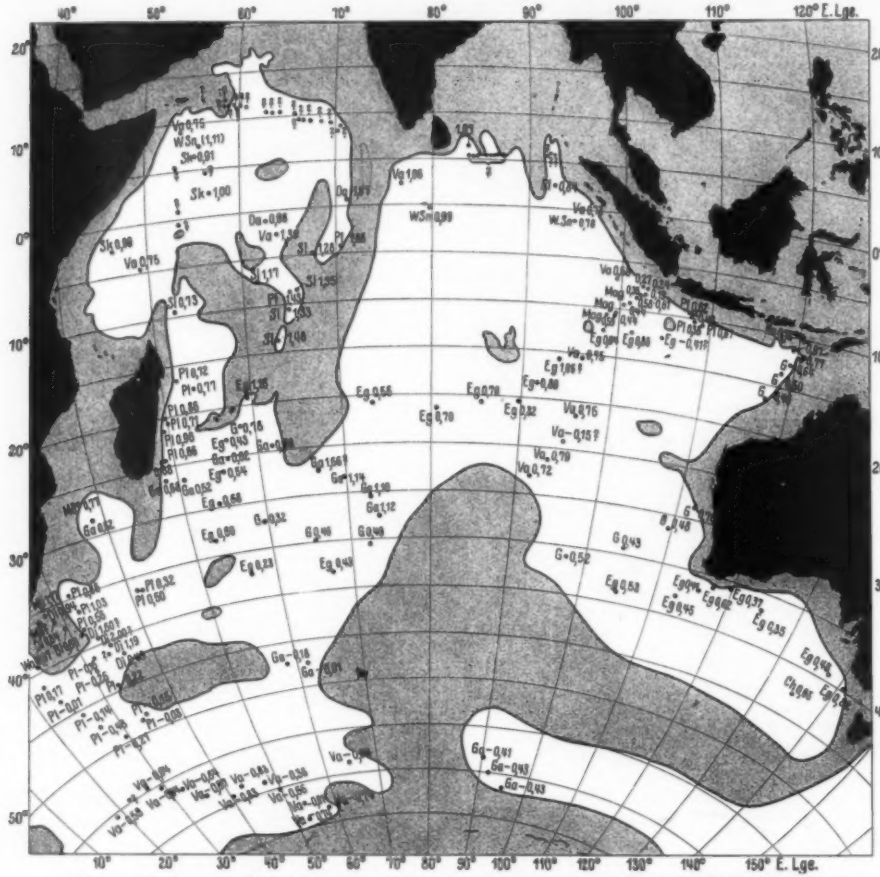


Fig. 2. Stationen mit Bodentemperaturen in mehr als 4000 m Tiefe im Indischen Ozean.
Die Zahlen bedeuten die potentiellen Bodentemperaturen (die zweite Dezimale hat meistens nur rechnerische Bedeutung). Die Buchstaben bezeichnen die Schiffsnamen und zwar: Ch = Challenger 1874, Da = Dana 1928—1930, Di = Discovery II 1930, Eg = Egeria 1888, G = Gazelle 1875, Ga = Gauss 1901—1903, Mag = Magnet 1907, Mö = Möwe 1913, Pl = Planet 1906, Rc = Recorder 1888 Sl = Sealark 1905, Sk = Stork 1897, Va = Valdivia 1898—1899, Wa = Waterwich 1895, WSn = Willebrord Snellius 1929. Die mit ? versehenen Punkte bezeichnen Stationen von Kabeldampfern mit zweifelhaften Bodentemperaturen.

thermometer bestimmten Bodentemperaturen der 4 „Gauss"-Stationen 90—93 sprechen, welche unmittelbar südlich des fraglichen Gebietes die bemerkenswert hohen potentiellen Werte von $1{,}1_8°$, $1{,}1_0°$, $1{,}1_4°$ und $1{,}6_8°$ ergaben (v. DRYGALSKI 1926).[1] Leider haben sich nun aber die Bodentemperaturmessungen des „Gauss" nicht in allen Fällen als zuverlässig erwiesen, und der bei der

[1] Die zweite Dezimale hat nur rechnerische Bedeutung.

Station 93 auftretende Wert von 1,6$_8$° (in situ 2,1°) gehört, nach dem hohen Bodendichtewert zu schließen, offenbar zu den zweifelhaften Werten. Jedoch solange nicht für die restlichen 3 Beobachtungen durch moderne Kontrollmessungen der Nachweis erbracht wird, daß Messungs-

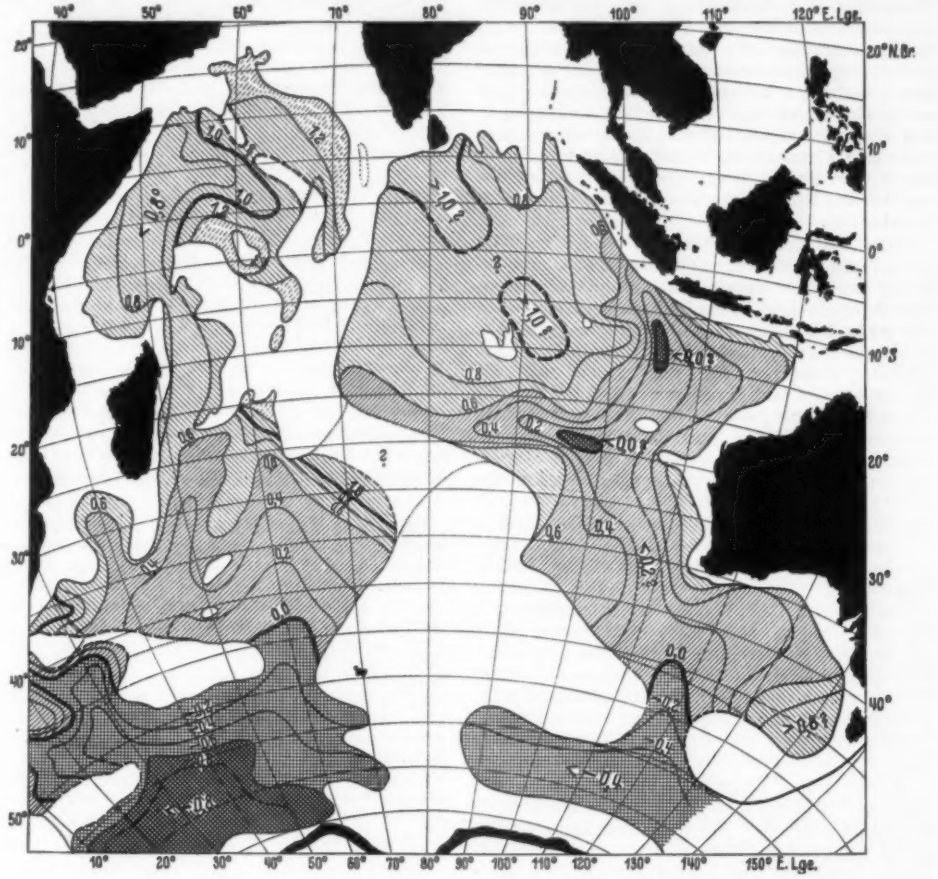


Fig. 3.
Hypothetische Darstellung der Verteilung der potentiellen Bodentemperatur und der Gliederung der Indischen Tiefsee (in mehr als 4000 m Tiefe).

fehler vorliegen, müssen wir an der *Hypothese* festhalten, daß *der Zentralrücken in diesem Gebiet gar nicht oder nur in einem wesentlich schwächeren Ausmaße, als Groll annahm, unterbrochen ist*[1]. Dann aber muß angenommen werden, daß der antarktische Bodenstrom der Ostmulde vornehmlich aus dem antarktisch-indischen Ostbecken gespeist wird. Hieraus ergibt sich die weitere *Forderung, daß die in etwa 59° S verlaufende südostindische Querschwelle*, welche in der Karte von GROLL den Kerguelen-Gaussberg-Rücken in einem Niveau von 3000—4000 m Tiefe mit dem tasmanisch-australischen Sockel verbindet, in Wahrheit irgendwo *eine über 4000 m Tiefe herabreichende Einsattelung besitzt*. Es ist nun bemerkenswert und bildet eine gewisse Stütze für unsere bisherigen Überlegungen, daß neuere, auf der britischen Admiralitätskarte Nr. 2483[1] verzeichnete Lotungen

[1] In bezug auf das 4000-m-Niveau.

[1] Britische Admiralitätskarte Nr. 2483: Atlantic and Indian Ocean with the western portion of Pacific Ocean 1 : 21800000 (1886). Ausgabe vom 17. III. 1933.

für eine solche Einsattelung des südindischen Querrückens zwischen 115° und 125° östl. Länge sprechen; denn hier wurden zwischen 49° und 53° S die Tiefen von 4051, 4151 und 4755 m gelotet.

Von dieser noch hypothetischen morphologischen Grundlage aus wollen wir nunmehr die Hauptzüge der Ausbreitung des antarktischen Bodenwassers in Ost- und Westmulde diskutieren. Da der Kerguelen-Gaussberg-Rücken die zentralen Aufwölbungen mit dem antarktischen Kontinentalsockel verbindet, zeigen sich im Indischen Ozean — im Gegensatz zum Atlantischen — bereits in den Entstehungsgebieten des Bodenwassers nennenswerte Unterschiede zwischen Ost und West. Das kältere Bodenwasser ($< -0{,}8°$) befindet sich westlich des Rückens, im atlantisch-indischen Südpolarbecken.

Mit Temperaturen von 0,0° tritt hier im *Westen* der Bodenstrom durch die Kerguelen-Mulde (zwischen Crozetschwelle und Kerguelen-Gaussberg-Rücken) in das indische Südwestbecken ein, wo er sich offenbar in Anpassung an das Relief in mehreren Zungen nach Norden ausbreitet. Am stärksten dringt nach Norden anscheinend die mittlere Zunge vor, bis etwa 22° S, wo durch die Querschnittsverengung und Bodenaufwölbung zwischen Madagaskar und den Maskarenen die weitere Ausbreitung der unter 0,6° kühlen Wassermassen gehemmt wird. Aber die vergleichweise niedrigen Temperaturen von 0,7° bis 1,0°, die in den Senken der Westmulde bis 10° N — ähnlich wie in der atlantischen Westmulde — beobachtet wurden, beweisen, daß der antarktische Bodenstrom seine Ausläufer bis zum Arabischen Meer entsendet. Auf Grund von Temperaturmessungen schließt SCHMIDT (1932, S. 255), daß zwischen 0° und 10° N die Westmulde durch einen diagonalen Querrücken — den Carlsberg-Rücken —, dessen Satteltiefe von ihm zu etwa 3500 m geschätzt wird, unterteilt wird. Erst durch weitere Beobachtungen kann entschieden werden, ob tatsächlich dieser Rücken geschlossen bis zu 3500 m Tiefe aufragt.

Ganz anders liegen die Verhältnisse in der *Ostmulde*. Obwohl die Temperatur des antarktischen Bodenstroms hier in seinem Entstehungsgebiet um etwa 0,4° höher liegt als in der Westmulde, dringt die 0,6°-Isotherme in jener wesentlich weiter nach Norden — bis fast zum Äquator — vor. Der antarktische Bodenstrom ist also in der Ostmulde stärker entwickelt als im Westen. Zwar fehlen noch Beobachtungen, die bestätigen, daß die Wassermassen von weniger als 0,2° sich in der von uns dargestellten Weise von dem antarktischen Ostbecken aus bis 8° S ausbreiten; denn auch die drei auffallend niedrigen potentiellen Werte von $0{,}1_9°$, $-0{,}1_8°$ und $-0{,}4_5°$, die in der Ostmulde zwischen 24° S und 8° S von „Valdivia", „Egeria" und „Magnet" festgestellt wurden, müssen heute noch als fraglich bezeichnet werden. Die Beobachtungen in 20° S scheinen darauf hinzudeuten, daß sich hier der antarktische Bodenstrom in 2 Äste gabelt, welche den über 5000 m tiefen Randtiefen des Beckens folgen. Seine letzten Ausläufer reichen mit Temperaturen von etwa 0,8° bis in den Golf von Bengalen. Fast gänzlich unerforscht sind die Tiefen- und Bodentemperaturverhältnisse in den zentralen und westlichen Teilen der Ostmulde zwischen 0° und 20° S; unsere Darstellung ist daher hier völlig hypothetisch.

Zusammenfassend ergibt sich, daß in beiden Mulden das antarktische Bodenwasser unter allmählicher Vermischung mit dem überlagernden Tiefenwasser über den Äquator hinweg bis in die nördlichsten Randgebiete der indischen Tiefsee vordringt, daß aber allem Anschein nach die Ostmulde die vom antarktischen Bodenstrom bevorzugtere ist. Hiermit würde auch die starke Verbreitung der kalkarmen Sedimente, die sich aus der zwar zum Teil veralteten Karte MURRAYS (1910) für den östlichen Indischen Ozean zwischen 0° und 30° S ergibt, in Einklang stehen, wenngleich heute nicht zu klären ist, weshalb diese kalkarmen Sedimente ($< 25\%$ $CaCO_3$) in der Westmulde nördlich von 21° S völlig fehlen. In dieser Hinsicht und in bezug auf die morphologische und thermische Erforschung der Tiefsee bietet der Indische Ozean noch eine Fülle wichtiger Probleme, von denen einige in dem vorliegenden Deutungsversuch der potentiellen Bodentemperaturen angeschnitten werden konnten.

Literatur:

E. VON DRYGALSKI, Ozean und Antarktis, Meereskundliche Forschungen und Ergebnisse der Deutschen Südpolar-Expedition 1901—1903. Bd. VII. Ozeanographie. Berlin 1926. — M. GROLL, Tiefenkarten der Ozeane. Veröff. d. Inst. f. Meereskunde, Berlin. N. F. Reihe A, H. 2. Berlin 1912. — BJ. HELLAND-HANSEN, Physical oceanography and meteorology. Results of the „Michael-Sars"-North Atlantic Deep Sea-Expedition 1910. Bd. I. Bergen 1930. — List of oceanic depths. Hydrographic Department of the Admiralty. London 1889—1921. — L. MÖLLER, Die Zirkulation des Indischen Ozeans. Veröff. d. Inst. f. Meereskunde, Berlin. N. F. Reihe A, H. 21. Berlin 1929. — J. MURRAY, On the temperature of the floor of the ocean and of the surface waters of the ocean. Geogr. Journal. London 1899 — On the depth and marine deposits of the Indian Ocean. Trans. Linnean Soc. London 13, Part 3, Ser. zoology. London 1910. — J. SCHMIDT, Dana's togt omkring jorden 1928—1930. Kopenhagen 1932. — G. SCHOTT, Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer „Valdivia" 1898 bis 1899. Bd. I u. Atlas. Jena 1902 — Die Tiefwasserbewegungen des Indischen Ozeans. Ann. d. Hydrogr. usw. Berlin 1928. — R. B. SEYMOUR SEWELL, A study of the nature of the sea-bed and of the deep-sea deposits of the Andaman Sea and Bay of Bengal. Memoirs of the Asiatic Soc. of Bengal. Bd. IX, No 2. Calcutta 1925 — Temperature and salinity of the deeper waters of the Bay of Bengal and Andaman Sea, ebenda Bd. IX, Nr 6. Calcutta 1932. — G. WÜST, Das Bodenwasser und die Gliederung der Atlantischen Tiefsee. Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Atlantischen Expedition auf dem Forschungs- und Vermessungsschiff „Meteor" 1925—1927. Bd. VI, 1. Lief. Berlin 1933.

Über die spezifische Wirkung von Katalysatoren und Enzymen[1].

Von ALFONS SCHÖBERL, Würzburg.

Der Begriff der *Katalyse* ist in unserer Zeit zu einem *Programm*punkt von ungeahnter Bedeutung geworden. Katalytische Prozesse der Großtechnik, wie die Herstellung von Ammoniak, von Schwefelsäure, die Kohleverflüssigung und die Fetthärtung, beeinflussen unsere gesamte Volkswirtschaft aufs tiefste. Die wissenschaftliche Forschung hat viele Katalysatoren als Hilfsstoffe an sich möglicher, aber träger Reaktionen zur Verfügung gestellt. Das ist, elementarst ausgedrückt, der Sinn der Katalyse. Dabei ist von jeher die Natur hier unsere große Lehrmeisterin gewesen. Der pflanzliche und tierische Organismus hat sich in den Enzymen der Zelle ein weitverzweigtes und feines System organischer Katalysatoren, sog. Biokatalysatoren, geschaffen, mit deren Hilfe er spielend seine mannigfaltigen Aufgaben meistert. Der Begriff der Katalyse unterscheidet in keiner Weise zwischen Katalysatoren der unbelebten und belebten Natur. Für die Theorie der Katalyse, für die eine allgemeine Fassung zur Zeit noch nicht existiert, ist der Begriff der *Reaktionsgeschwindigkeit* grundlegend und bestimmend. Als ein charakteristisches Merkmal dieser Hilfsstoffe, die immer nur in sehr geringer Menge an der Reaktion teilnehmen, ist neben der Nichtverbrauchbarkeit vor allem die *spezifische Wirkung* zu nennen. Diese *Spezifität*, besonders eindringlich uns von der Zelle vordemonstriert, zieht sich wie ein roter Faden durch die gewaltige Fülle bekannter Katalysatoren und ist eng mit dem Mechanismus der Katalyse verknüpft.

Über die spezifische Wirkung von Katalysatoren zu sprechen, erfordert in erster Linie bei der Materialfülle strengste Auswahl, so daß naturgemäß nur grundsätzliche Richtlinien an Hand weniger Beispiele dargelegt werden können. Dabei braucht prinzipiell nicht zwischen *homogener* und *Grenzflächen-Katalyse* unterschieden zu werden. Ich sehe den Sinn des mir gestellten Themas mit darin, aufzuzeigen, wie die Spezifität einen ordnenden Gesichtspunkt für ein üppiges, oft schwerverständliches Tatsachenmaterial der Erfahrung darstellt. Dabei ist zu betonen, daß spezifische Wirkung und Katalysatorstruktur eng zusammenhängen und gegenseitig Schlüsse aufeinander zulassen.

Völlig unspezifische Katalysen sind in Hülle und Fülle bekannt; vielfach sind hierdurch Katalysatoren der unbelebten Natur ausgezeichnet. Greifen wir das Beispiel des *Platins* heraus, das die verschiedenartigsten Reaktionen beschleunigen kann. Es katalysiert *Hydrierungen*, die Zersetzung von *Hydroperoxyd* und *Gasreaktionen* mancherlei Art. Diese Unspezifität hat natürlich mit guter Brauchbarkeit an sich nichts zu tun. Beobachten wir ferner, wie *Wasserstoffionen* wahllos die Hydrolyse von Estern, Kohlehydraten, Eiweißstoffen und Peptiden zu beschleunigen vermögen. Andererseits wußte man schon lange, daß die Reaktion zwischen *Wasserstoff* und *Sauerstoff* von *Platin* sehr gut, von *Silber* und *Gold* viel weniger katalysiert wird. Auf Grund ähnlicher Beobachtungen in sehr großer Zahl hat man relativ früh schon begonnen, die Katalysatoren nach spezifischen Wirkungen in gewisse Gruppen einzuteilen, wobei aber viele Überschneidungen vorkamen. So stellte man fest, daß für die *Wasserabspaltung* aus organischen Dämpfen *Oxyde* und *Phosphate* von *Aluminium*, *Thorium* und *Wolfram* besonders geeignet sind, während für mannigfaltige *Kondensationsreaktionen* hauptsächlich *Chloride* von *Aluminium*, *Eisen*, *Chrom*, *Bor* und *Zinn* gebraucht werden. Als *Halogenüberträger* sind *Jod*, *Chlorjod*, *Schwefel*, *Chloride* und *Bromide* von *Phosphor*, *Antimon*, *Zinn* und *Eisen* zu verwenden, für *Oxydationen Metalle* und deren Salze, die zu Valenzwechsel neigen. Auch für *Reduktions*prozesse, insbesondere für *Hydrierungen*, ist heute eine Gruppe von Metallen bekannt, die, wie *Platin*, *Palladium*, *Nickel*, *Kobalt* und *Eisen*, besonders in feinster Verteilung außerordentlich wirksam sind. So sind durch diese erste Sichtung zumindestens Regeln abzuleiten, die allerdings nicht ohne Ausnahme dastehen. Es war dies aber die erste Möglichkeit, die Empirie durch den ordnenden Gesichtspunkt der spezifischen Wirkung zu ersetzen. Für eine *Auswahl* des Katalysators nach theoretischen Gesichtspunkten fehlt vielfach heute noch der zuverlässige Angriffspunkt. Bei den heterogenen Katalysen wird von den Hilfsstoffen auflockernde Wirkung auf Reaktionsteilnehmer *ohne* Bildung stabiler Zwischenverbindungen verlangt. Deshalb sind Mg oder Al z. B. für die Ammoniaksynthese ungeeignet, da sie stabile *Nitride* bilden. Aber man hat noch keine quantitative Kenntnis der Atom- und Molekularkräfte und der Gesetzmäßigkeit ihrer zeitlichen Betätigung, so daß man das empirische Suchen in vielen Fällen noch nicht durch „Errechnung" des Katalysators ersetzen kann. Nur so ist die Mahnung von MITTASCH vor einiger Zeit zu verstehen, „neben dem Wahrscheinlichen stets auch das Unwahrscheinliche beim Aufsuchen von Katalysatoren zu erproben". Mehr und mehr läßt aber die Forschung über Chemismus und Kinetik die spezifische Wirkung dieser Hilfsstoffe erkennen.

Man kennt heute wohl definierte anorganische wie organische Katalysatoren, die in homogenen wie heterogenen Systemen Reaktionen *in individueller Richtung* steuern. Sog. *„Lenkungseffekte"* sind besonders in der Technik außerordentlich wichtig. Die Lenkung ist in den Fällen natürlich am auffallendsten, in denen ein gegebenes System, je nach Art des Katalysators,

[1] Habilitationsvortrag des Verfassers im chemischen Institut der Universität Würzburg am 8. Februar 1934.

ganz verschiedene Reaktionswege einschlägt und typische *Reaktionsauslese* erfolgt. Die Zahl solcher Beispiele ist in ständiger Vermehrung begriffen, wenn auch *vollkommen* klar erkannte Fälle noch recht selten sind. Hierher gehört vor allem der technisch sehr wichtige Prozeß der Verarbeitung von *Wassergas*, dem bekannten Gemisch von Kohlenoxyd und Wasserstoff. Für die Methanolsynthese aus Wassergas: $CO + 2\,H_2 \rightarrow CH_3OH$ ist in mit *Chromsäure aktiviertem Zinkoxyd* ein Mischkatalysator geschaffen worden, der das Produkt in vorzüglicher Ausbeute zugänglich macht. Aber andere Katalysatoren lassen eine Reihe von anderen organischen Stoffen aus Wassergas entstehen, so *Methan*, *Paraffine*, oder ein Gemisch *sauerstoffhaltiger Verbindungen* (Alkohole, Aldehyde, Ketone, Säuren). Die spezifische Wirkung der Hilfsstoffe ermöglicht eine ausgesprochene Lenkung des Prozesses in bestimmter Richtung. Allerdings sind diese Richtlinien fast ausschließlich das Resultat eines ziemlich willkürlichen Probierens. Zusatz von *Chromoxyd* oder *Alkali* führt die Reaktion in Richtung der *höheren Alkohole* weiter, *Ferrioxyd* dagegen in Richtung auf *Methan* und *höhere Kohlenwasserstoffe* (*Benzin*gewinnung). Nichts illustriert die Ziellosigkeit der gewaltigen Mühe bei solchen technischen Kontaktprozessen besser als die Angabe von BOSCH, daß bei der Ammoniaksynthese bisher 20000 Katalysatoren untersucht wurden. Heute benutzt man dazu metallisches *Eisen*, aktiviert mit wenig *Alkali* und *Aluminiumoxyd*, das durch spezifische Wirkung ausgezeichnet ist.

Wenn man dann noch kurz erwähnt, daß primäre *Alkohole* und *Ameisensäure* an *Metallen dehydriert*, an *Oxyden dehydratisiert* werden, daß die katalytische Ammoniakverbrennung beim Wechsel des Katalysators ungleiche Produkte — Stickstoff, Stickoxyd, Stickoxydul — liefert, erkennt man, wie sich Technik und Wissenschaft der spezifischen Wirkung der Hilfsstoffe bedienen, um aus den gleichen Grundstoffen die verschiedenartigsten Produkte zu erzeugen. So spaltet sich Äthylalkohol bei 350° an *Tonerde* quantitativ in Äthylen und Wasser: $CH_3 \cdot CH_2OH \rightarrow CH_2 = CH_2 + H_2O$, während bei 300° an *metallischem Kupfer* in der Hauptsache Acetaldehyd und Wasserstoff entsteht: $CH_3 \cdot CH_2OH \rightarrow CH_3 \cdot CHO + H_2$. Dabei darf man aber besonders bei Kontaktprozessen nicht außer acht lassen, daß auch Darstellung und Formierung der Kontakte von maßgeblichem Einfluß sind. So liefert die katalytische Ammoniakoxydation mit Platin-*Asbest* viel *Stickstoff*, mit Platin-*Draht* hingegen *Stickoxyde*.

Die spezifische Wirkung von Katalysatoren kommt besonders klar und deutlich in zahlreichen Oxydationskatalysen mit den verschiedensten Substraten zum Ausdruck. Spezifisch beeinflußbar erweist sich eine von ABEL untersuchte Reaktion zwischen *Wasserstoffsuperoxyd* und *Thioschwefelsäure*, die mit *Jodionen* als Katalysator zu *Tetrathionat* (I), mit *Molybdationen* zu *Sulfat* (II) führt:

$$\text{(I)}\quad H_2O_2 + 2\,S_2O_3'' + 2\,H^{\cdot} \xrightarrow{+\,J'} S_4O_6'' + 2\,H_2O\,.$$

$$\text{(II)}\quad 4\,H_2O_2 + S_2O_3'' \xrightarrow{+\,Na_2MoO_4} 2\,SO_4'' + 3\,H_2O + 2\,H^{\cdot}\,.$$

Die Katalyse in (I) ist theoretisch vollkommen verständlich. Jodionen werden von H_2O_2 zu elementarem Jod oxydiert, das sich bekanntlich mit Thiosulfat zu Tetrathionat umsetzt. In (II) soll ein Peroxyd von Molybdän die Oxydation zu Sulfat vermitteln.

Thermodynamisch mögliche Oxydationen durch Sauerstoff in flüssigem Medium bedürfen wegen ihrer Trägheit der Katalyse durch *Schwermetall*salze, insbesondere von *Kupfer* und *Eisen*. Dabei ist es hier klar und zumeist direkt nachweisbar, daß die Katalyse durch die verschiedenen Wertigkeitsstufen der Metalle bedingt wird. *Auf dieser Tatsache beruht die spezifische Wirkung*, die sich bei den hier zu besprechenden Substraten in der Aboxydation paariger, labiler Wasserstoffatome äußert. Hierbei entstehen stabile Endprodukte, ohne daß eine tiefgreifende Umwandlung, etwa gar eine Verbrennung erfolgt. Für das Schema einer Sauerstoffoxydation dieser Art: $AH_2 + O_2 \longrightarrow A + H_2O_2$ lassen sich viele, meist gut untersuchte Beispiele angeben. So können *Hydrochinon*, *Brenzkatechin*, *Pyrogallol* und *Dioxy-maleinsäure* nur bei Anwesenheit von *Eisen*, *Leukomethylenblau* und *Sulfhydrylverbindungen* bei Anwesenheit von *Kupfer* von Sauerstoff oxydiert werden. Die katalytische Wirksamkeit des Metalls dürfte einfach durch einen dauernden Übergang zwischen den 2 Wertigkeitsstufen $Fe\,(II) \rightleftharpoons Fe\,(III)$ und $Cu\,(I) \rightleftharpoons Cu\,(II)$ zustande kommen. *Notwendige* Voraussetzung dieser Katalyse ist, daß der Wasserstoffdonator AH_2 durch Ferri- bzw. Cuprisalz oxydiert werden kann, was sich sehr leicht nachweisen läßt. Eine merkwürdige spezifische Auslese zwischen den beiden *oxydatisch* wirksamen Metallen Kupfer und Eisen liegt bei der Oxydation der Aminosäure Cystein und des Tripeptides Glutathion zu den entsrechenden *Disulfiden* vor: $2\,RSH + O \rightarrow RSSR + H_2O$, die von Eisen fast überhaupt nicht, von Kupfer dagegen sehr stark beschleunigt wird. Vielleicht wird einmal die Erklärung dieser bemerkenswerten Spezifität erleichtert, wenn man auf *oxydatische* bzw. *peroxydatische* Eigenschaften der beiden Schwermetalle mehr als bisher achtet.

Bei den eben besprochenen Katalysen entsteht als Folge der Oxydation von Cupro- bzw. Ferroionen Hydroperoxyd, wenigstens intermediär. An sich schon wichtig und oft benutzt, gewinnen so auch in diesem Zusammenhang Oxydationen mit Hydroperoxyd erheblich an Interesse. Bei Cu-Katalysen hat sich H_2O_2 schon mehrfach nachweisen lassen. Dieser Nachweis hängt von der Geschwindigkeit der Oxydation des Wasserstoffdonators durch H_2O_2 ab. Bei Eisenkatalysen wird intermediär entstehendes Hydroperoxyd immer sofort verbraucht. *Ferrosalze* erweisen sich als

spezifischste Katalysatoren der Hydroperoxydoxydation. Dazu werden sie besonders in der organischen Chemie vielfach benutzt, z. B. in der FENTON-Reaktion. Sehr charakteristisch ist auch der Befund von DAKIN, der Fettsäuren mit Hydroperoxyd + Ferrosalz zu β-Ketosäuren abbaute, $R-CH_2-CH_2-COOH \rightarrow R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3-COOH$,

was bekanntlich der KNOOPschen Theorie der *β-Oxydation von Fettsäuren im Tierkörper* die chemische Grundlage lieferte. So würde sich noch an vielem Material die spezifische, *peroxydatische* Wirkung von Eisen-, insbesondere Ferrosalzen beweisen lassen. Naturgemäß hängt die Wirksamkeit von der Bindungsart des Eisens im Molekül ab. Dies zeigt deutlich, wie die Katalysator*konstitution* eng mit der Spezifität verknüpft ist. Zur Erklärung dieser Katalyse nimmt MANCHOT die Bildung eines höheren Peroxydes, etwa Fe_2O_8, an, das das eigentliche Oxydationsmittel sein soll. Jedenfalls dürfte aber auch hier die Rückbildung von Fe (II) durch Reduktionswirkung des Substrats *Voraussetzung für den katalytischen* Ablauf sein. Völlig geklärt ist aber diese Angelegenheit noch nicht.

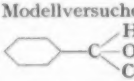
Schließlich sei zum Schlusse dieses Abschnittes noch auf ein ganz anderes Beispiel von spezifischer Wirkung hingewiesen, wenn nämlich *negative Katalysatoren*, die den Ablauf einer Reaktion hemmen — sei es aus dem Reaktionsgemisch selbst oder aus einem Katalysator —, durch *Komplexbildung* entfernt werden. So ist es bekannt, daß die Fermente *Urease* und *Papain* durch Kupferspuren stark geschädigt werden. Diese Vergiftung kann durch Komplexbildner, wie *Cystein*, *Thioglykolsäure* und *Pyrophosphat*, die dem Reaktionssystem zugesetzt werden, aufgehoben werden, so daß letztgenannte Substanzen als „Katalysatoren" anzusprechen wären. Die Spezifität würde hier der ganzen Gruppe von Komplexbildnern *gemeinsam anhaften*. Die Wegnahme der Hemmungskörper mündet so in eine Katalyse aus. Man wird gut daran tun, besonders für das Gebiet der Enzyme diesen Spezialfall von spezifischer Wirkung im Auge zu behalten, obwohl dabei die Grundlage der eigentlichen Katalyse, d. h. das Vorliegen einer an sich *trägen Reaktion*, nicht gegeben ist und sich die Katalyse über einen zweiten Hilfsstoff hinweg abspielt.

Dem Studium der Fermente war von Anfang an in aller Deutlichkeit der Stempel der *Spezifität* aufgedrückt. Allbekannt ist ja der klassisch gewordene Vergleich EMIL FISCHERS von Schloß und Schlüssel in bezug auf Substrat und Enzym. Um die beiden Hauptvorgänge im Organismus, um *Hydrolyse* und *Oxydation*, rankt sich ein recht bunter Kranz von Biokatalysatoren, die im Verein mit den Nahrungsstoffen die Grundlagen der Lebensvorgänge darstellen, d. h. diese erst ermöglichen. Die Spezifität der Fermente ist naturgebunden, ist unbeeinflußbar und von einer Ausgeprägtheit, wie wir sie durch geschaffene spezifische Katalysen, ganz abgesehen von der viel höheren Wirksamkeit der Enzyme, nicht nachahmen können. Auch hier kann wiederum nur eine bescheidene Auswahl geboten werden. Dabei genügt es, sich auf die 2 großen Gruppen zu beschränken, den hydrolytischen Fermenten, den sog. *Hydrolasen*, und den Oxydationsfermenten, den sog. *Desmolasen*. Erstere bewirken die Aufspaltung der Fette, Kohlehydrate und Eiweißkörper in die Grundstoffe, letztere sind durch oxydativen Abbau dieser Bausteine für die Deckung des Energiebedarfes der Zelle besorgt. Je weiter man in der Reinigungstechnik voranschritt, was im wesentlichen WILLSTÄTTER und seiner Schule zu verdanken ist, um so deutlicher wurde man der Spezifität der Fermente gewahr. Die neuen Arbeitsmethoden erlaubten in vielen Fällen die Trennung früher als einheitlich angesehener Enzymsysteme und es ist sicher, daß wir auch heute noch nicht mit der Auflösbarkeit mancher Fermente am Ende sind. Selbst für *chemisch* ganz gleiche Reaktionen an dem Brennmaterial hat sich die Zelle spezifische Hilfsstoffe geschaffen. So bildet die *substratspezifische Wirkung das charakteristischste Merkmal der Fermente*. Dabei ist zu betonen, daß die Fermenttätigkeit *nicht* an den Zellverband geknüpft ist und es sich um *abtrennbare* Katalysatoren handelt.

Bei der großen Gruppe der *Hydrolasen* sind, je nach dem Substrat, *Esterasen*, *Carbohydrasen* und *Proteasen* zu unterscheiden, deren spezifische Wirksamkeit wir im Modellversuch nur ganz unspezifisch durch Wasserstoffionen nachahmen können. Aber auch diese Untergruppen müssen nach den verschiedenen Estern, Kohlehydraten und Proteinen nochmals weiter unterteilt werden. Es ist noch nie beobachtet worden, daß ein Enzym, das Fett angreift, auch Eiweiß oder Stärke spaltet. Der Begriff der Substratspezifität muß hier aber *konstitutive* und *konfigurative* Einflüsse mitumfassen, was eine erhebliche Auswahlverfeinerung bedeutet. Ohne Zweifel hängen diese Dinge eng mit der *Wirkungsgruppe* des Enzyms selbst zusammen. Der Streit über die Zahl der Einzelglieder der hydrolytischen Fermentgruppen, wie er zur Zeit lebhaft entbrannt ist, interessiert hier nicht, da er zur Frage der spezifischen Wirkung nicht mehr viel beizutragen vermag.

Eine Frage, die eng mit Entstehung und Vorkommen optisch aktiver Verbindungen in der Natur zusammenhängt, bildet die *stereochemische* Spezifität mancher Enzyme beim Ab- und Aufbau von Systemen. Fermente sind in der Lage, je nach ihrer spezifischen Wirkung, streng zwischen den *optischen Antipoden* eines Substrates zu unterscheiden, wenn ihnen dies in *inaktivem* Zustand dargeboten wird. Diese Verhältnisse lassen sich gut an den *Esterasen*, den Ester spaltenden Enzymen der Zelle, darlegen. Bekanntlich ist das *Schema* dieser Hydrolyse:

$$R \cdot C(=O)(HO)-O\,R' \longrightarrow R \cdot COOH + R'OH\,.$$

Je nach der Wahl von R und R′ treten natürlich auch hier wieder *stoffliche* Spezifitäten auf. So kennt man *Lipasen* bei den eigentlichen Fetten und *Phosphatasen* und *Sulfatasen*, wenn Phosphorsäure oder Schwefelsäure als Säurekomponenten anwesend sind. Jedoch soll uns hier, wie gesagt, nur die Konfigurations- oder stereochemische Spezifität der Esterasen beschäftigen. So sind viele Modellversuche an inaktiven *Mandelsäureestern*  mit Lipasen ausgeführt worden, die deutlich die bevorzugte Hydrolyse nur *eines* Antipoden zeigten. Es ist klar, daß dadurch optische Aktivität *erzeugt* wird. Dabei ist es gleichgültig, ob sich das optisch aktive C-Atom in Säure- oder Alkoholkomponente befindet. Auch *Leucin-* und *Tyrosinester* wurden mit herangezogen. Weiterhin konnte festgestellt werden, daß die *reinen* l- oder d-Formen der Ester von Fermenten mit *verschiedener Geschwindigkeit* gespalten werden, ein Befund, wie er direkt aus der erstgenannten Tatsache hervorgehen mußte. Das *optisch auswählende* Verhalten eines Enzyms ergibt sich aus dem Zusammenwirken der unterschiedlichen Affinität der Esterasen zu den optisch aktiven Modifikationen und der Zerfallsgeschwindigkeit der Ferment-d- und l-Esterverbindungen. Auch die *synthetisierende* Wirkung von Esterasen steht unter dem Einfluß der Konfigurationsspezifität. Weil gerade von Synthesen die Rede ist, möchte ich, obwohl der Fall nicht direkt hierher gehört, den Befund von ROSENTHALER erwähnen, der aus *Benzaldehyd* und *Blausäure* mit *Emulsin* ein rechtsdrehendes *Mandelsäurenitril* erhielt. Man hat derartige *asymmetrische Synthesen* heute auch schon durch optisch aktive Katalysatoren definierter Struktur, wie z. B. Alkaloiden, durchführen können. Ich nenne Veresterung von *α-Phenyläthylalkohol* mit Brucin als Katalysator, wobei ein *optisch aktiver Ester* entsteht. So gibt dieses Gebiet der *Konfigurations*spezifität viele Beispiele der *spezifisch auswählenden Wirkung von Katalysatoren*.

Seit Beginn der Enzymforschung ist das Spezifitätsproblem in der Gruppe der *Carbohydrasen* besonders eingehend behandelt worden. So erstreckt sich die spezifische Wirkung der *biosen*spaltenden *Hexosidasen* auf *Struktur* und *Konfiguration der Hauptkette* und *Stereochemie der Glucosidbindung* in den Zuckermolekülen. Nur in bezug auf α- und β-Verknüpfung unterscheidet man so α- und *β-Hexosidasen*. Beispielsweise sind *Maltose* und *Cellobiose*, aus je 2 Molen Glucose aufgebaut, nicht durch das gleiche Ferment spaltbar. *Maltase* löst nur α-, *Cellobiase* nur β-glucosidisch gebundene Glucose ab. Die Art der Glucosidbindung ist auch der Grund dafür, daß aus dem Trisaccharid *Raffinose* (d. i. Galactosido-glucosidofructose) *Hefesaccharase* nur *Fructose*, *Mandelemulsin* aber *Galactose* abspaltet. Synthetische Glucoside, wie α- und β-Methylglucosid, sind von gewöhnlichen α- und β-Glucosidasen spaltbar. Künstliche Glucoside, die aber in der Natur nicht vorkommende Konfigurationen von Zuckern enthalten, sind für Fermente unangreifbar. Nach WEIDENHAGEN hat man bei Carbohydrasen zwischen *„Zuckerspezifität"*, *„α-β-Spezifität"* und einer *„Ringspezifität"* zu unterscheiden — wahrlich ein buntes Bild spezifischer Katalysatorwirkung!

Ähnliche Verhältnisse treffen wir schließlich auch noch bei den *Proteasen* an. Ursprünglich glaubte man hier mit dem bekannten Dreigestirn *Pepsin*, *Trypsin* und *Erepsin* auszukommen, was aber nicht möglich war. Wiederum hat die neue Trennungstechnik einen klaren Überblick über die Spezifität der Hauptgruppen ermöglicht. Man hat heute zwischen *Proteinasen*, die nur Eiweiß bis zu den Polypeptiden, und *Peptidasen*, die nur Polypeptide spalten können, zu unterscheiden. Noch klarer tritt die spezifische Enzymwirkung zutage, da man Peptidasen in *Di-* und *Polypeptidasen* unterteilen muß, je nachdem ob Di- oder Polypeptide Substrate sind. Auch hier greift die auswählende Wirkung auf strukturelle Verhältnisse über. Für die Wirksamkeit der Dipeptidasen ist eine freie Aminogruppe notwendige, aber nicht hinreichende Bedingung, während bei Polypeptidasen bei noch vorhandener freier Carboxylgruppe diese besetzt sein kann. Man unterscheidet noch zwischen *Amino-* und *Carboxy-polypeptidasen*. Die erstere spaltet die Aminosäure mit freier NH_2-Gruppe ab, letztere die mit freier Carboxylgruppe:

$$NH_2—R—CO\vdots NH\text{-},\quad HOOC—R—NH\vdots CO—.$$

Schon diese skizzenhaften Ausführungen lassen erkennen, wie auf dem Weg vom hochmolekularen Eiweißkörper zu den einfachen Aminosäuren mehrere Enzyme beteiligt sind, obwohl der chemische Vorgang im wesentlichen nur in der hydrolytischen Aufspaltung der Peptidbindung $—CO\vdots NH—$ durch Eintritt von Wasser besteht. $HO\vdots H$

Diese enorme Spezifität wird uns noch lange unverständlich bleiben!

In einem letzten Abschnitt werde die spezifische Wirkung von Enzymen bei *Oxydationsprozessen* abgehandelt. Da in vielen Fällen die Existenz von bestimmten Enzymen hier noch recht strittig ist, sollen nur einige wenige, ziemlich sichere Beispiele gebracht werden. Hierbei möchte ich mich auf Enzyme des *oxybiontischen* Stoffwechsels beschränken und *Gärungs*systeme beiseite lassen. Bei den Desmolasen verlangt die Spezifität andere Prinzipien der Ordnung. Es sind in dieser Gruppe Enzyme zusammengefaßt, die entweder *donatorspezifisch* oder *acceptorspezifisch* sein können. Bei der Besprechung der Metallkatalysatoren bei Sauerstoffoxydationen war diese Unterscheidung nicht nötig gewesen. Metalle sind immer acceptorspezifisch. Die 1. Gruppe umfaßt Fermente, die WIELAND und THUNBERG *Dehydrasen* nennen und die eine Substrataktivierung unter Lockerung von Wasserstoffatomen bewirken. Die 2. Gruppe bilden sehr wichtige, zumeist eisenhaltige

Enzyme, die als Oxydationskatalysatoren wie Metallsalze spezifisch auf Sauerstoff und Hydroperoxyd, den Oxydationsmitteln der Zelle, eingestellt sind. Die Dehydrasen sind durch hohe Spezifität ausgezeichnet, aber nur gegenüber dem Wasserstoffdonator AH_2. Der durch sie aktivierte Wasserstoff ist nicht nur auf Sauerstoff, sondern auch auf andere Acceptoren, wie Methylenblau, übertragbar, wie durch Modellversuche nachgewiesen ist. So richtet sich die spezifische Wirkung der *Succinodehydrase*, einem für Stoffwechselvorgänge im Muskel bedeutungsvollen Ferment, nur gegen das Substrat *Bernsteinsäure*, das mit ihrer Hilfe durch Sauerstoff zu *Fumarsäure* oxydiert wird und so den Anstoß zu einer wichtigen Reaktionsfolge gibt. Erwähnt sei schließlich nur noch, daß zur Zeit von der WIELANDschen Schule das *Dehydrasesystem der Milch* (Schardinger Enzym) eifrig bearbeitet wird, welches eine spezifische Wirkung gegen *Aldehyde* und *Purinderivate* als Substrate entfaltet. Man spricht in diesem Zusammenhang von *Aldehydrasen* und *Purindehydrasen*.

Ein ausgezeichnetes Beispiel einer Acceptorspezifität stellt das Enzympaar *Peroxydase* und *Katalase* dar, beides vermutlich komplizierte Porphyrinsysteme des dreiwertigen Eisens, wie KUHN und ZEILE ermittelt haben. Modellversuche zeigten, daß sie keine oxydatischen Eigenschaften besitzen, sich also nicht dem Sauerstoff als Katalysatoren zur Verfügung stellen können. Das war als Selbstverständlichkeit nicht zu erwarten. Beide Enzyme konkurrieren in der Zelle um Hydroperoxyd, sind aber ausgeprägt *wirkungsspezifisch* und lassen das gleiche Substrat in ganz verschiedener Weise abreagieren. Die Reaktionsauslese wie bei den zu Anfang besprochenen anorganischen Beispielen liegt klar auf der Hand! Peroxydase *aktiviert den Sauerstoff in Hydroperoxyd* und kann ihn in Modellversuchen auf *Polyphenole, Nitrit, Benzidin und Leukomalachitgrün* übertragen. *Katalase* dagegen *zersetzt* Hydroperoxyd nur in *molekularen Sauerstoff und Wasser*, übt also eine ausgeprägte Schutzwirkung gegenüber dem Zellgift aus, kann aber keinerlei Oxydationswirkung von Hydroperoxyd auslösen. Es besteht also eine scharf ausgeprägte Grenze in bezug auf die spezifische Wirkung zwischen Peroxydase und Katalase, was allerdings aus Gründen der Energienutzung der Zelle nicht recht verständlich erscheint. An dem Gesamtbild ändert die Tatsache nichts, daß heute noch fast *keine geeigneten Substrate der Zelle* für die Peroxydasetätigkeit bekannt sind, wie es überhaupt mit der Einordnung der beiden Enzyme in das Getriebe des Zellgeschehens noch nicht so recht gut bestellt ist. Die typische Reaktionsauslese durch Peroxydase und Katalase kann durch künstliche Metallkatalysatoren, wenn auch unspezifischer, nachgeahmt werden. Auf die peroxydatische Eigenschaft von Eisensalzen ist früher schon hingewiesen worden. Und Katalaseeigenschaft läßt sich bekanntlich sehr wirksam durch *kolloidale Metalle* nachahmen. In diesem Zusammenhang hat ja BREDIG den Begriff des *anorganischen* Fermentes geprägt, einen Begriff, der allerdings nicht allzu wörtlich aufgefaßt werden darf.

Dem Sauerstoff steht schließlich in der Zelle zur Aktivierung das spezifisch wirkende *Warburgsche Atmungsferment* zur Verfügung. Wie WARBURG in ausgezeichneten Untersuchungen mittels spektroskopischer Methoden dargelegt hat, ist auch in ihm eine komplexe Eisenporphyrinverbindung vorhanden. Die Katalyse beruht, wie bei den anorganischen Beispielen in dem Wertigkeitswechsel des besonders gebundenen Eisens. Fe (II) des Ferments wird vom Sauerstoff oxydiert, Fe (III) vom Zellsubstrat reduziert, ein sich stets wiederholender Kreisprozeß, der sich rastlos in der Zelle um die *winzige Menge* des Atmungsferments dreht:

$$\text{Fe (II)} \underset{+\text{ Substrat}}{\overset{+\,O_2}{\rightleftarrows}} \text{Fe (III)}\,.$$

So zwingt letzten Endes die spezifische Wirkung eines Enzyms den *trägen* Luftsauerstoff, *willig dem Leben zu dienen*.

Damit bin ich am Schlusse angelangt. Die Frage nach der spezifischen Wirkung von Katalysatoren ist in höchstem Maße geeignet, Regel und Ordnung in ein ungeheures Tatsachenmaterial zu bringen und der Empirie zu steuern. Dieses ordnende Bestreben wird bei den künstlichen Katalysatoren neue erfolgreiche Wege gehen lassen und bei den Biokatalysatoren der so wichtigen Strukturermittlung dieser immer noch so rätselhaften Hilfsstoffe dienlich sein. Das weite Gebiet der Katalyse beginnt sich mit den strengen Regeln exakter Naturwissenschaft zu durchsetzen, der vor 100 Jahren ausgesprochenen Warnung von BERZELIUS zum Trotze:

„Gott behüte, daß wir nur nicht anfangen, der katalytischen Kraft zuviel zuzutrauen!"

Kurze Originalmitteilungen.

Unter Mitwirkung von MAX HARTMANN, MAX v. LAUE, CARL NEUBERG, ARTHUR ROSENHEIM und MAX VOLMER.
Für die kurzen Originalmitteilungen ist ausschließlich der Verfasser verantwortlich.
Der Herausgeber bittet, 1. im Manuskript der *kurzen Originalmitteilungen* oder in einem Begleitschreiben die Notwendigkeit einer baldigen Veröffentlichung an dieser Stelle zu *begründen*, 2. die Mitteilungen auf einen Umfang von **höchstens einer Druckspalte** zu beschränken.

Die Verbindung Katalase-CO und ihre Spaltung durch monochromatisches Licht.

Die jüngsten spektrographischen Untersuchungen von ZEILE haben die Häminnatur der Katalase und folglich ihre Zugehörigkeit zur gleichen Enzymklasse wie das Atmungsferment außer allen Zweifel gestellt. Nicht so eindeutig sind jedoch die Ergebnisse über das Verhalten des Enzyms gegenüber dem CO. Ich erinnere an die Kontroverse darüber, ob die festgestellte Hemmung als spezifische Wirkung des

Gases zu deuten sei, da man dieselbe auch mit indifferenten Gasen hervorrufen könne, die mit Metallen keine Verbindungen eingehen. Nur eine von K. STERN gemachte Beobachtung schien für eine elektive Hemmung zu sprechen. — Ich glaube nun, daß die Verschiedenheit der Ergebnisse auf die Versuchsbedingungen zurückzuführen sind, und zwar, daß nicht gehörig darauf geachtet worden ist, die Wirkung des Sauerstoffs auszuschalten, der — wie WARBURG für das Atmungsferment nachgewiesen hat — in mehr oder weniger hohem Grade die Verbindung des Eisens des Fermentes mit dem CO zu verhindern imstande ist. Ich habe daher bei Versuchen über CO-Wirkung auf Katalase peinlich darauf geachtet, den atmosphärischen Sauerstoff auszuschalten. Verwendet wurde hochgradig gereinigte Katalase aus Pferdeleber: fraktionierte Fällung erst mit Alkohol, dann mit Chloroform, Adsorption an $Ca_3(PO_4)_2$ und nachfolgende Elution. Die Wirksamkeit des Fermentes wurde mit der manometrischen Methode (WARBURG) gemessen. Die Versuchsgefäße waren mit CO und N_2 beschickt. Das Ergebnis war, daß das CO gegenüber dem N_2 eine spezifische Hemmung der Katalase bewirkte.

Es wurde außerdem untersucht, wie weit die Verbindung vom Licht dissoziiert wird. Weißes Licht (Glühlampe) ist nicht zu brauchen, da es die Katalase stark schädigt. Ich habe daher monochromatisches Licht benutzt. Als Lichtquelle diente eine Quarzlampe. Die einzelnen Linien wurden mit geeigneten Filtern isoliert, und zwar eine blaue Hg-Linie λ 405, blaue Hg-Linie λ 436, blaugrüne Hg-Linie λ 492, grüne Hg-Linie λ 546 und gelbe Hg-Linie λ 578 $\mu\mu$. Diese verschiedenen Linien haben eine verschiedene Wirkung auf die Katalase, und zwar hemmen die beiden blauen ziemlich stark ihre Wirksamkeit, die blaugrüne dagegen nur wenig; die grüne und gelbe sind wirkungslos. Die Verbindung Kat.-CO wird nun besonders stark gespalten von der Linie λ 405 $\mu\mu$, etwas weniger von der blaugrünen Linie λ 492 $\mu\mu$, und zwar spalten die bestrahlten Proben eine größere Menge H_2O_2, als es die im Dunkeln gehaltenen Proben tun, und dies geschieht, obwohl an sich die Bestrahlung mit Licht von der betreffenden Wellenlänge die Wirksamkeit des Fermentes hemmt.

Neapel, Biochemisches Laboratorium der Zoologischen Station, den 1. März 1934. L. CALIFANO.

Besprechungen.

MENNINGER, KARL, **Zahlwort und Ziffer. Aus der Kulturgeschichte unserer Zahlsprache, unserer Zahlschrift und des Rechenbrettes.** Breslau: Ferdinand Hirt 1934. X, 364 S. und 170 Abbild. 15 cm × 21 cm. Preis geh. RM 7.—, geb. RM 9.—.

Um es gleich vorwegzunehmen: Es handelt sich hier um ein ganz vorzügliches Buch, das für einen sehr viel weiteren Kreis von Interesse sein muß, als man es zunächst nach dem Titel oder dem Vorwort erwarten würde. Ich bin überzeugt, daß jeder, der sich über das, was um ihn vorgeht, über sein Werden und seine Bedingtheit Rechenschaft zu geben bestrebt ist, dieses Buch von Anfang bis zu Ende mit größtem Interesse und reichem Gewinn durchlesen wird.

Wenn ich mir vorstelle, daß dieses Werk in einigen hundert Jahren zufällig einem Literarhistoriker für das zwanzigste Jahrhundert in die Hände fällt, so bin ich sicher, daß dieser ohne weiteres „beweisen" wird, daß das Vorwort nicht von dem Autor des Gesamtwerkes stammen kann. Es wird einiges über den Inhalt gesagt, manches über Abkürzungen und andere Nebensächlichkeiten und im übrigen auf bekannte „Quellenwerke" verwiesen, „in denen das Schrifttum zusammengetragen ist". Da diese Werke aber selbst gar nicht den Anspruch erheben, „Quellen" zu geben, so wird jeder, der sich auf die Lektüre des Vorwortes beschränkt, überzeugt sein, daß es sich hier um eine der üblichen in (mindestens) dritter Ordnung reproduktiven Schriften handelt.

Das Gegenteil ist richtig. Ich gestehe, daß ich überzeugt war, auf der ersten Seite zu erfahren, daß die Erde schon längst erkaltet war, als sich die erste Ente mit dem Zählen ihrer Jungen beschäftigte (M. CANTOR, Gesch. d. Math. 3, 3 u. 4). Statt dessen wird man sofort in medias res einer ausgezeichneten Darstellung der Entwicklungsgeschichte unserer Zahlworte geführt, wie sie meines Wissens bisher nicht im entferntesten in der Literatur so zu finden war. Dem Außenstehenden, der vielleicht zwei oder drei lebende europäische Sprachen kennt, wird alle vergleichende Sprachwissenschaft leicht als ein recht unsicheres und willkürliches Gebäude erscheinen; wenn man zwischen französisch vingt, dänisch tyve und deutschem zwanzig oder gar zwischen griechisch *κέντον* und deutschem hundert Brücken schlagen kann, dann, so mag es scheinen, ist es leicht, alles aus allem abzuleiten. Und doch sollen gerade die Zahlworte sozusagen die Leitfossilien sein, die am sichersten die Zusammengehörigkeit von Sprachen erweisen — klassifiziert man z. B. eben nach den Zahlworten für „hundert" die indogermanischen Sprachen in eine „kentum"- (z. B. griech., lat., german.) und eine „satem"-Gruppe (z. B. slavisch und Sanskrit). Diese scheinbare Schwierigkeit hat ihre Ursache darin, daß man zunächst gefühlsmäßig meint, Sprachverwandtschaft müsse sich etwa so dokumentieren, wie der Zusammenhang geometrischer Figuren in einer bestimmten Ähnlichkeitstransformation. In Wahrheit aber fehlt bei dieser Betrachtungsweise gerade die wesentliche Dimension, die Zeit. Es ist allein *Geschichte*, wenn auch im weitesten Sinn entwicklungsgeschichtlicher Prozesse, die verstehen lehrt, wie die Mannigfaltigkeit, ja selbst Gegensätzlichkeit des momentanen Zustandes von Sprachen doch zu gemeinsamen Wurzeln zurückverfolgt werden kann. In wirklich vorbildlicher Übersichtlichkeit kann der Leser des vorliegenden Buches an dem typischen und, wie schon erwähnt, grundlegend wichtigen Material der Zahlworte verfolgen, wie sich diese Prozesse im Rahmen der indogermanischen Sprachen abspielen (das Buch beschränkt sich, auch sonst, im wesentlichen auf diesen Bereich; gewiß für seinen Rahmen mit vollem Recht, so reizvoll es auch an sich wäre, Parallelen und Gegensätze in anderen Sprachkreisen, etwa im Semitischen, aufzusuchen). Aber dies allein ist nicht das Ziel der Darstellung. Sie greift noch prinzipiell um eine Stufe tiefer und untersucht das Werden und die Vorstellungsinhalte der Zahlworte selbst, zeigt, wie sich in ihnen ein ganz allmählicher Prozeß des Fortschreitens von konkreten Mengenbezeichnungen zu eigentlichen „abstrakten" Zahlworten erweisen läßt, wie die Zahlenreihe nur allmählich wächst, wie sie Stützpunkte braucht, „Bündel" und „Stufen" schafft und erst ganz spät zur „homogenen" Reihe wird.

Hier über Einzelheiten zu berichten würde nicht nur viel zu weit führen, sondern könnte nur als Auszug verschlechtern, was dort geschildert ist. Der Zweck dieses Referates ist erfüllt, wenn es den Leser dazu anregt, das Buch selbst zur Hand zu nehmen. Vielleicht darf ich aber hier hinzufügen, daß die Fragen, die dort gestellt und behandelt sind, noch sehr viel weiter reichen, als im Rahmen einer knappen Darstellung und bei der Beschränkung auf unseren Sprach- und Kulturkreis erwähnt werden konnte. In den beiden großen altorientalischen Kulturen, Ägypten und Mesopotamien, wirkt sich diese primäre Inhomogenität der Zahlenreihe noch ganz unmittelbar in die eigentliche Rechentechnik

hinein aus. Sprach- und Schriftgeschichte lassen erkennen, wie ein enger Bereich von Anzahlen (meist ursprünglich konkrete Anzahlen, insbesondere Maße) und Bruchteilen (als Prinzip vgl. den Gegensatz im Deutschen zwischen „halb" statt „zweitel" und etwa „fünftel") einen wohlbestimmten „Kern" von „Individualzahlen" abgeben und sich an ihm erst allmählich die viel homogenere Reihe der übrigen ganzen Zahlen und Brüche anfügt. Diese Reihe ist erst bedingt durch ein wirkliches *Rechnen*, nicht durch das bloße Zuordnen und Anmerken von Anzahlen der älteren Phase. Diese Auszeichnung eines gewissen „Kernes" innerhalb aller anderen Rationalzahlen macht sich in der Entwicklung der ältesten antiken Rechentechnik dadurch geltend, daß kompliziertere Operationen immer möglichst in eine Aufeinanderfolge einfachster Operationen mit den wohlvertrauten Individualzahlen jenes Kernes aufgelöst werden. So erklärt sich der mathematisch absurde, geschichtlich überaus lehrreiche Aufbau der ägyptischen Bruchrechnung (die noch die römische Rechentechnik beeinflußt hat), so erklären sich die charakteristischen Züge des babylonischen „Sexagesimalsystems", das, wie ich glauben möchte, durch seine eigenartige Stellenwertbezeichnung den wesentlichsten Schritt in der Geschichte der Zahl, unser (indisches) Positionssystem, hat vorbereiten helfen. Wie tief diese Dinge mit dem menschlichen Denken verknüpft sind, läßt sich vielleicht am deutlichsten an der fundamentalen Rolle der Theorien über „Einheit" (ἕν) und „Zweiheit" (δυάς) in der Platonischen Philosophie ermessen (man vgl. etwa Stenzel, Zahl und Gestalt bei Platon und Aristoteles (2). Leipzig 1933). Entscheidend von platonischen Fragestellungen beeinflußt entsteht im Kreise der Akademie jener größte Klärungsprozeß der antiken Mathematik: die Theaetet-Eudoxische Irrationalzahltheorie (erhalten bei Euklid X), den die moderne Mathematik erst mit Dedekind wieder erreicht hat. Mit dieser Glanzleistung mathematischer Kritik ist eng verbunden eine einschneidende Drosselung weiterer mathematischer Entwicklungsmöglichkeiten: die algebraische Orientierung der hochentwickelten babylonischen Mathematik wird im Griechischen ersetzt durch die konsequente Geometrisierung (denn der Bereich der Strecken erwies sich als umfassender als der der Rationalzahlen). Analog bringt die Übernahme der phönikischen Schrift, in der endlich die Entwicklung von den tausende von Zeichen enthaltenden Bilderschriften zu einer idealen zeichenarmen Symbolik gipfelt, gleichzeitig den Rückschritt von den sinngemäßen Individualzahlzeichen (ganz zu schweigen von den babylonischen Positionsschreibungen) zu den absurden Alphabeth-Zahlzeichen mit sich. So sehen wir tiefste mathematische Theorie neben krasser Primitivität, sehen, wie erst Rückschritte und Umwege (Inder, Araber) wieder weiterführen, kurz, wie alles *geschichtlich* bedingt ist und wie diese Geschichte selbst alles eher als linear verläuft. Das beginnende Mittelalter steht dann den Auswirkungen jener großen „hellenistischen" Mittelmeerkultur gegenüber, in der wir alle Gegensätze von Archimedes-Apolloniusscher Mathematik bis zu obskuren römischen Rechenmeistern umschlossen finden.

Hier nimmt unser Buch den Faden wieder auf. Es wird geschildert, wie für die Völker mit griechischen und römischen Zahlzeichen ein besonderes Hilfsmittel für das wirkliche Rechnen nötig ist, also das „Rechenbrett" mit allen seinen Varianten. Es faßt auch hier wieder sein Thema mit erstaunlicher Weite. Fingerzahlen, Kerbhölzer, Ziffernschriften, „Rechenpfennige" usw. bilden den Rahmen, in den die Rechentechnik vom Altertum bis zum endlichen schweren Sieg der „Ziffern", d. h. des indisch-arabischen Positionssystems, eingespannt wird. Auch hier kann ich nicht Besseres tun, als wegen der Fülle interessantester Einzelheiten und treffender Beobachtungen auf das Buch selbst verweisen. Nur ausdrücklich sei noch bemerkt, daß die zahlreichen, fast sämtlich neuen Bilder einen besonderen Reiz des Buches bilden. Sie gehören wirklich organisch in die Darstellung hinein und sind eigentlich ein kleines Lehrbuch für sich.

Darf man bei einem so ausgezeichneten Buch noch Wünsche und Kritik äußern? Ich glaube ja, denn gerade hier hat man das Gefühl, daß alle Vorbedingungen zur Erfüllung berechtigter Wünsche gegeben sind und gerade hier empfindet man Gegensätze vielleicht deutlicher, als bei manchem homogen langweiligen Buch. Zunächst ein Wunsch: der Verfasser gibt nirgends Belege. In dem bewußten Vorwort steht „ich lasse die Zeitgenossen in ihrer Zunge zu ihm (dem Leser) reden und suche ihm überall die Darstellung durch Bilder und Zeichnungen lebendig zu machen. Daher (!) fehlen alle ‚grauen' Hinweise". Das scheint mir nicht nur logisch inkorrekt zu sein, sondern ist auch für ein so durch und durch selbständiges Buch, das in Wahrheit *erstmalig* ein (zwar dem Spezialisten in Einzelheiten bekanntes) ungeheures Material unter einheitlichen Gesichtspunkten darstellt, zu billig. Wer, wie der Ref., einmal versucht hat, philologisches und sprachphilosophisches Material für die Geschichte mathematischer Ideenbildung auszuwerten, wird wissen, welche Mühe und Geduld es kostet, sich durch die immense Literatur dieser Gebilde hindurchzufinden und die winzigen Bausteine zu sammeln, die gerade für diese Fragen wichtig sind. Wer diese Arbeit geleistet hat und in solchem Umfang geleistet hat wie der Verf., der hat doch eigentlich die Pflicht, sein Buch auch wirklich zur *Basis* der Weiterarbeit zu machen, die es mit vollem Recht zu sein verdient. Einem Autor mit so glänzenden darstellerischen Fähigkeiten wie dem Verf. kann es doch wahrhaft keine Schwierigkeit sein, die Quellen seiner Darstellung so zu zitieren, daß sie den „general reader" nicht stören und dem, der selbständig nachprüfen und weiterarbeiten will, dies doch ermöglichen. Dieses Buch hat *alle* Möglichkeiten in sich, ein grundlegendes Werk zu werden; möge es der Verfasser gelegentlich der sicher bald nötigen Neuauflage dazu ausgestalten. Dann erst wird es auf die Dauer die Wirksamkeit haben, die es verdient.

Und schließlich noch ein anderer Punkt, in dem der Referent gewissermaßen pro domo spricht, aber doch nicht ganz allein zu stehen hofft. Hat es wirklich *jede* popularisierende Darstellung nötig, auch eine, die so ausgezeichnet das komplizierte und unzugängliche Material der Spezialforschung für einen weiteren Kreis plastisch zu gestalten weiß, immer wieder mit kleinen Seitenhieben der Welt der „blassen Begriffe", der „grauen" Theorie, kurz der methodischen Wissenschaft zu gedenken? Und in dem ganz speziellen Fall unseres Buches, so originell und selbständig es auch sein mag — hätte es geschrieben werden können, ohne daß Philologen, Historiker, Mathematiker, Philosophen immer und immer wieder analysiert, geordnet, abgewogen hätten, was im sog. „lebendigen" Empfinden zwar latent als Sprache, als Symbol existiert, aber doch nie bewußte Gestalt gewinnt?

Wenn Erfinder von Wirbelatomen und Kreisquadraturen den Dünkel der „Zünftigen" befehden, wenn die Presse ihren billigen Witz hinzufügt, so lohnt es nicht der Erwiderung. Hier aber handelt es sich um ein Werk, dem in vorbildlicher Weise gelungen ist, zu

zeigen, wie eng und tief organisch die Brücken sind, die von der abstrakten Wissenschaft, vom Reich der *Zahlen*, zum irrationalsten Gebiet, zur Sprache hinüber und herüber führen — sollte es einem solchen Buch wirklich verschlossen sein, zu verstehen, wie sehr auch das axiomatisierteste wissenschaftliche System notwendig mitten drin steht in den großen historischen Prozessen, unlösbar mit ihnen verknüpft, von ihnen beeinflußt und bedingt, aber auch auf sie ganz wesentlich zurückwirkend? So möchte ich mit einem zweiten Wunsch für eine Neugestaltung dieses Buches schließen: Möge es den „grauen" Theoretikern der „abstrakten" Wissenschaften einen kleinen Teil jener Sympathie zurückerstatten, die ihm mit Sicherheit aus allen Teilen dieses Lagers entgegengebracht werden wird.

O. Neugebauer, Kopenhagen.

KRAMERS, H. A., **Theorien des Aufbaues der Materie. I. Die Grundlagen der Quantentheorie.** Hand- und Jahrbuch der chemischen Physik, herausgegeben von A. Eucken und K. L. Wolf. Band 1, Abschnitt 1. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft 1933. 222 S. und 10 Fig. 18 cm × 25 cm. Preis RM 18.—.

Der Fragenkreis, aus dem Begründung und Ausbau der Quantentheorie erwuchs, war die Wechselwirkung von Materie und Strahlung. Wegen der noch nicht ganz erfolgten Klärung der Quantentheorie des elektromagnetischen Feldes und des Zusammenhangs von Quanten- und Relativitätstheorie ist eine einheitlich geschlossene Behandlung des Gesamtgebietes noch nicht möglich. Wohl aber gibt es jetzt eine einigermaßen abgeschlossene Theorie des Aufbaues der Materie allein, wenigstens wenn man vom Bau der Atomkerne absieht. So war es an der Zeit, auf ein Buch zu hoffen, das diese Theorie des Aufbaues der Materie mit einheitlicher Begriffsbildung darstellt und die Grundlagen wie die Anwendungen auf Atom, Molekel und zusammenhängende Materie enthält. Diese Hoffnung wird hier in schönster Weise erfüllt: der vorliegende Teil des Bandes bringt die Grundlagen; die Anwendungen sollen in der zweiten Hälfte folgen. Kramers hat die Form des Lehrbuches gewählt, d. h. die Theorie wird systematisch aufgebaut, Gedankengänge und Rechnungen sind vollständig durchgeführt und dem einigermaßen theoretisch Vorgebildeten immer verständlich. Die Begriffe sind dabei in einer seltenen Weise zur Klarheit gebracht. Man merkt den Forscher, der selbst viel zur Klärung der Quantentheorie beigetragen hat; man merkt wohl auch den Mitarbeiter Bohrs aus der Zeit der ersten Anwendungen der Theorie; man spürt jenen „Kopenhagener Geist", den Geist des Korrespondenzprinzips, der immer auf den Zusammenhang der neuen Theorien mit der klassischen Physik bedacht war.

Von den beiden Hauptmöglichkeiten, eine Quantentheorie der Materie aufzubauen, dem Weg von den experimentell erforschten Eigenschaften der Atome und der Spektren über die Theorie der periodischen Bewegungen und dem anderen Weg von den begrifflich einfachsten Systemen zu den verwickelteren, ist hier bewußt der zweite gewählt. Das gibt einen von der geschichtlichen Entwicklung völlig abweichenden, dafür aber begrifflich sehr durchsichtigen Aufbau analog dem der klassischen Mechanik und ermöglicht dauernde Gegenüberstellung von klassischen und quantentheoretischen Gesetzen. Ausgehend von de Broglies Hypothese der Wellennatur der Materie wird die Quantentheorie freier Materie aufgebaut (Wellenpakete, Ungenauigkeitsrelation, Wellengleichung). Die Erweiterung zur Schrödinger-Gleichung ermöglicht die unrelativistische Behandlung eines oder mehrerer nichtfreier Teilchen (Eigenwerte und Eigenfunktionen, Entartung, diskrete und kontinuierliche Energiestufen). Die Transformationstheorie ermöglicht allgemeinere Fragestellungen (die mechanische Größe und ihre Werte), als Beispiele dienen Drehimpulssätze und Zentralfeld. Den Abschluß des Teilbandes bildet die Störungstheorie.

Dem Studenten, der Quantentheorie lernen will, dem experimentierenden Physiker oder physikalischen Chemiker, der eine theoretische Grundlage für die Erforschung des Baues der Materie braucht, und dem theoretischen Physiker, der eine systematische Darstellung der neuen Theorien sucht, allen sei das Kramerssche Buch wärmstens empfohlen.

F. Hund, Leipzig.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

Am 21. Oktober 1933 sprach Herr A. Penck über **Nationale Erdkunde,** und zwar standen die Erfordernisse des Schulunterrichts im Vordergrund. Die Wissenschaft ist ein Gemeingut der Menschheit, sie ist übernational. Das ist auch die Geographie als Ganzes. Die nationale Erdkunde nimmt aus dieser Gesamtwissenschaft das heraus, was ein Volk für sich braucht. Für das deutsche Volk ist diese Aufgabe besonders schwierig, weil es gilt, sich zunächst einmal über den Begriff „Deutschland" klar zu werden. Weder die historisch-staatliche, noch die rein sprachliche Betrachtungsweise allein führt hier zum Ziel, sondern die Erkenntnis, daß deutsches Wesen einem bestimmten Stück der Erdoberfläche ein bestimmtes Gepräge gegeben hat. Dieser zusammenhängende deutsche Kulturboden ist Deutschland. Es ist eine greifbare Wirklichkeit, die weit über das wandelbare Verwaltungsgebiet des Staates, aber auch über das heute von Deutschen bewohnte Gebiet hinausgreift. Wesentlich für diese deutsche Kulturlandschaft ist die Tatsache, daß die Natur hier überall gebändigt ist. Äcker, Wiesen und Wald, Verkehrswege und Meeresküsten werden mit gleicher Liebe gepflegt, jedes Stück des Landes ist wirklich in der Hand des Menschen. Deutschland ist eine „reife" Kulturlandschaft und hebt sich als solche deutlich von den umgebenden Landschaften ab, die zum Teil noch nicht reif, zum Teil gealterte Kulturlandschaften sind. In diesem großen geographischen Raume des deutschen Kulturbodens, der Deutschland ist, liegt, ihn nicht ganz erfüllend, der deutsche Volksboden, den ein Volk von 80 Millionen bewohnt; in diesem, wiederum kleiner, das Staatsgebiet des Deutschen Reiches. Der so gefaßte Begriff Deutschland ist von vornherein unpolitisch. Er entspringt einem Volksbewußtsein, und es ist Aufgabe nationaler Erziehung, dieses Bewußtsein wachzuhalten. Für die Erfüllung dieser Aufgabe bietet sich der Schule als bisher viel zu wenig benutzter Rahmen eine nationale Erdkunde, die sich natürlich nicht ängstlich durch die scharfen Grenzen der wissenschaftlichen Geographie einengen darf. Hier kann alles genannt werden, was zur Schaffung des deutschen Kulturbodens beigetragen hat bzw. ihn repräsentiert: Großtaten der Bodenkultivierung wie z. B. die Trockenlegung des Oder- und Warthebruches durch Friedrich den Großen, Küstenschutz, Flußregulierungen, Talsperrenbau; die Stätten moderner Großindustrie, das Verkehrsnetz usw.; endlich die Städte nicht nur in ihrer wirtschaftlichen, sondern auch und gerade in ihrer kulturellen Bedeutung. Eine so gefaßte Erdkunde gibt aber auch die Möglichkeit, die

heranwachsende Jugend mit den vielen großen deutschen Männern bekannt zu machen, die dies geschaffen, die hier gelebt und gewirkt haben. So vielseitig ist dies in keinem anderen Unterrichtsfache möglich. Ein weiterer Punkt ist die Behandlung der Geschichte. An vielen Stellen Deutschlands wird seine Geschichte sichtbar. Geschichte spielt sich ja nicht nur in der Zeit ab, sondern auch im Raum, und so verdienen die geschichtlichen Ereignisse auch von dieser, der erdkundlichen Seite her eine Betrachtung. Wie schon das Hineingreifen des deutschen Kulturbodens in die Staatsgebiete unserer Nachbarn, so lenkt auch die Geschichte den Blick über die Grenzen unseres Landes hinaus zu den so anders gearteten Kulturlandschaften der Nachbarländer und schließlich über die ganze Erde. Die Fragen des Auslandsdeutschtums treten hervor, das Wirken von Deutschen als Entdecker und Erforscher, als Erfinder moderner technischer Errungenschaften (wer weiß z. B., daß zwei Deutsche, NIKOLAUS OTTO und EUGEN LANGEN in Köln den ersten praktisch brauchbaren Explosionsmotor konstruierten?). Alles dies erzieht die Jugend zum Nationalstolz, aber auch zur Erkenntnis, daß der der Menschheit gegebene Lebensraum begrenzt ist, genau so wie der des Einzelnen und der Völker. Zweierlei darf jedoch nie außer acht gelassen werden. Erstens muß immer der räumliche Gesichtspunkt herrschend sein und damit der Charakter der Geographie gewahrt bleiben. Das Objekt unserer Betrachtung ist der Lebens*raum* eines Volkes, dessen physikalische Grundlagen wir zuerst erkannt haben müssen, um ersehen zu können, was dieses Volk aus den natürlichen Gegebenheiten seines Landes gemacht hat, und um beurteilen zu können, welche Kulturhöhe sich in seiner Kulturlandschaft spiegelt. Die Erdoberfläche als solche muß also immer Grundlage und Hauptgegenstand des Unterrichts sein. Die zweite Forderung ist, daß die Schulgeographie nie in Gegensatz zur wissenschaftlichen Geographie treten darf; nur die Stoffauswahl liegt in der Hand des Schulmannes, und sie hat nach nationalen Gesichtspunkten zu erfolgen. Denn es gibt gewiß auch für uns heutige Menschen ein Weltbürgertum; aber wir sind zu der Erkenntnis gekommen, daß nur der wahres Weltbürgertum erlangen kann, der fest im eigenen Volke wurzelt und weiß, was es auf der Erde bedeutet. Wenn aber der Schulgeograph sich nicht gegen die akademische Lehre stellen soll, so muß von dieser auch verlangt werden, daß sie die Aufgabenkreise nicht vernachlässigt, die die Schule braucht, daß sie vielmehr dem Schulmann das nötige Rüstzeug gibt. Die Einstellung der Hochschulgeographen zu diesen Fragen hat im Laufe der Entwicklung gewechselt. So hat z. B. der erster Vertreter der Geographie an der Berliner Universität, der heute in Fachkreisen kaum noch genannte AUGUST ZEUNE, zwischen 1818 und 1829 trotz des wachsenden Druckes der Reaktion über Erdkunde von Deutschland und Deutsche Vaterlandskunde gelesen. Dagegen hat der berühmte CARL RITTER während seiner über fast vier Jahrzehnte sich erstreckenden Wirksamkeit als führender Geograph in Berlin nie eine Vorlesung über Deutschland gehalten! Erst mit dem Wiedererstarken des nationalen Gedankens, besonders nach der Reichsgründung 1871, verließ die deutsche Geographie ihre antiquarisch-historische Einstellung und wandte sich wieder dem eigenen Vaterlande zu, das seitdem nicht nur als Forschungsfeld, sondern auch als Schulungsgebiet für die Beobachtung im Mittelpunkt des geographischen Wissenschaftsbetriebes steht. Zusammenfassend noch einmal das Ziel der Nationalen Erdkunde: unserer Jugend ein sachliches Urteil über den Wert des eigenen Volkes zu vermitteln, das sie sowohl vor nationaler Überheblichkeit wie vor Minderwertigkeitsgefühlen gegenüber anderen Völkern bewahrt und zu einem berechtigten nationalen Selbstbewußtsein führt.

Am 4. November 1933 berichtete Herr W. CREDNER, München, über **Geographische Reisen und Forschungen in den südchinesischen Provinzen Kwangtung und Yünnan 1929—1931.** Leitlinie des Vortragenden für die Auswahl der behandelten Probleme war die Absicht, die wesentlichen Unterschiede der beiden Provinzen, der Küstenprovinz Kwangtung und der inneren Gebirgsprovinz Yünnan, herauszuarbeiten. Zugleich wählte er einen vom üblichen abweichenden Blickpunkt, indem er das Gebiet nicht von China, sondern von Südostasien her betrachtete, zu dem es als Naturlandschaft gehört: es ist neben den drei Gebirgsketten der hinterindischen Halbinsel das vierte Gebirgsgebiet Südostasiens, charakterisiert durch den Gegensatz zwischen flußgeschaffenen Beckenebenen und Tausende von Metern darüber emporragenden Bergen; gleiches Klima greift darüber hin, wie ein Vergleich zwischen Assam und Hongkong zeigt. Wenn trotzdem in der heutigen Landschaft ein deutlicher Gegensatz Südchinas gegen das übrige Südostasien festzustellen ist, so liegt dieser Gegensatz im Menschen begründet. Der Monsunwald Hinterindiens ist auch in Südchina herrschend gewesen, aber er ist im Laufe einer über zwei Jahrtausende zu verfolgenden Entwicklung größtenteils vernichtet worden. Diese Entwicklung wird getragen durch die chinesische Einwanderung, deren Stärke geradezu aus der Kulturlandschaft abgelesen werden kann. In Yünnan, wo nur bestimmte Landesteile von dieser Einwanderung betroffen wurden, tritt uns noch eine recht vielgestaltige Waldlandschaft entgegen. In Kwangtung ist der Wald verschwunden; nur in Hainen, die sich an die Ortschaften knüpfen, findet man noch kümmerliche Reste der alten Waldvegetation. Sonst ist es typische chinesische Kulturlandschaft, für die dichte Besiedlung und damit verbunden eine starke Aufsplitterung der Besitzgrößen wesentlich ist. Freilich ist die Bevölkerung nicht rein chinesisch, sondern mit der Urbevölkerung gemischt, und diese Mischung zeigt sich auch in den Kulturen. So ist der Reisbau alt und wird noch heute extensiv betrieben, während der von den Chinesen hereingebrachte Gemüsebau äußerst intensiv in seinen Methoden ist. Bemerkenswert ist ein Monokulturgebiet, der Seidenbezirk im Hinterland von Kanton, der mit weitgehender Arbeitsteilung (Maulbeerkultur, Raupenzucht, Kokonhandel, Seidenspinnerei usw.) ausschließlich im Dienste der Weltwirtschaft arbeitet. Die Landwirtschaft ist nicht in der Lage, die Bevölkerung zu ernähren; Kwangtung ist Zuschußgebiet. Die Ursachen liegen einmal in der Kleinheit der bäuerlichen Betriebe, die mit einer Durchschnittsgröße von 1,3 ha in guten Jahren eben ausreichen, um die Familie des Bauern zu ernähren; vor allem aber in den Besitzverhältnissen: von den 22 Familien eines Dorfes waren nur drei Grundbesitzer, alle übrigen Pächter oder landlose Arbeiter. Die Folge ist eine ungeheure Verschuldung untereinander und besonders an städtische Geldgeber, deren Abtragung bei Zinssätzen von 35—55% des Ernteertrages unmöglich ist, die im Gegenteil immer weiter wächst.

Ganz anders sind die Verhältnisse in Yünnan, wo uns eine Vielfalt von Völkern entgegentritt: im Süden, aus Hinterindien hereingreifend, die letzten Ausläufer der Auswanderungswelle der Tai, die einst eine starke staatenbildende Kraft bewiesen haben; von Nordwesten her, in der Wanderung befindlich, die Tibeto-Burmanen, vertreten durch die Lolo, Mussö, Lissu u. a. Dazu

kommen nun Chinesen, angesiedelte Soldaten aus Mittelchina, die nur die Gebiete inne haben, die klimatisch ihrer Heimat ähneln; das sind hier die intramontanen Becken von 1200—1800 m Meereshöhe. In den höheren, aber auch in den tieferen Gegenden bleibt die frühere Bevölkerung unbeeinflußt. Dementsprechend ist die Kulturlandschaft ebenfalls vielgestaltig. Die chinesischen Dorfformen und die Kleinheit der Anbaustücke herrscht in den Becken; bei den andern Volksstämmen, die ja meist auf ungünstigerem Boden sitzen, sind die wesentlichen Merkmale die Tendenz zur Walderhaltung (um die Abspülung der Hänge zu verhindern), die Kultur von Bewässerungsreis auf kleinen Terrassen, von Mais und vielen anderen, auf die Heimat der betreffenden Völker weisenden Gewächsen.

Die städtischen Siedlungen sind in Yünnan Zentren der Landwirtschaft und zugleich immer Stützpunkte der großen Karawanenstraßen. In Kwangtung sind die Flüsse die Hauptverkehrswege, und an ihnen liegen die Städte. Es sind Umschlagplätze und Seehäfen, so das schöne Makao, eine portugiesische Gründung, seit alters Ausgangspunkt der Mission für Südchina; Hongkong, heute der Stützpunkt Europas; Wangpu, das, in die Zukunft weisend, nationalchinesischer Hafen werden soll; endlich als wichtigste Stadt Kanton. Kanton ist das Aktionszentrum dieses südlichen Chinas; alles, was im letzten Jahrhundert an geistigen Bewegungen Südchina erreicht hat, hat seinen Weg über dieses Einfallstor genommen. Einst ist die chinesische Kultur von Norden nach Süden gekommen, jetzt hat sich das Kulturgefälle umgekehrt. Wer das heutige China verstehen will, muß von Süden her sehen. In diesem Süden hat sich die sonst verbotene Auswanderung entwickelt; die Rückwanderer brachten Wohlstand und Ideen. Von hier kam die Revolution gegen die Mandschudynastie, kam der junge chinesische Nationalismus. Hier fand auch die kommunistische Propaganda Anklang, besonders in der verarmten und verschuldeten Bauernschaft, sowjetistische Agrarkommunen bildeten sich und haben sich bis heute gegen die Zentralregierung gehalten. Aber dieser Kommunismus ist chinesisch geformt und bildet mit dem Nationalismus einen Baustein des neuen China.

Über ein wenig bekanntes Gebiet, die Insel Neufundland, von der es in Deutschland keine Karte gibt, die nicht mit schweren Fehlern belastet ist, sprach am 20. November 1933 auf Grund einer mehrmonatigen Reise Herr H. SCHREPFER, Frankfurt a. M., in einem Vortrag **Morphologische und wirtschaftsgeographische Beobachtungen in Neufundland.** Der Vortragende mußte sich darauf beschränken, den größten Teil der Küsten kennenzulernen und von der einzigen das Land querenden Bahn aus Stichproben in das Innere zu machen. Denn das Reisen ist schwer in diesem Lande, das von Mooren, Grassümpfen und undurchdringlichem Niederwald bedeckt ist, und in dem die überall vorhandenen Lager von Magneteisenstein den Kompaß irritieren.

Geologisch ist Neufundland nicht, wie oft behauptet, ein Glied der Appalachen, sondern ein Teil des Laurentischen Schildes und etwa mit der russischen Tafel zu vergleichen. Das Präkambrium ist bereits nicht mehr gefaltet. Rötliche Sandsteine bestimmen weithin die Farbe des Landschaftsbildes, vulkanische Gesteine ziehen in langen Ketten über die ganze Insel. Eine Streichrichtung herrscht vor: Nordost bis Nordnordost zu Südwest bis Südsüdwest; sie bedingt alle großen Züge des Landes, die Küsten, die vulkanischen Gesteinszüge, den wichtigsten Erzgang. Neufundland ist überwiegend Tiefland, gebirgshafter Charakter herrscht nur auf kleinen Strecken. Die Erhebungen sind bescheiden. Der Hodges Hill ist nach einer Messung mit dem Aneroid etwas über 700 m hoch. Im Westen des Landes liegt ein rund 800 m hohes Plateau, die Long Range, ein jung gehobener und zerschnittener Horst, dessen Oberfläche ein typischer Faltenrumpf ist. Die vom Exploits River entwässerte Ostabdachung ist eine Piedmont-Treppe, wahrscheinlich drei Niveaus übereinander, aus deren Flächen sich Inselberge mit konvexem Profil, gleich ihrer Umgebung aus Granit bestehend, erheben, vermutlich Restberge der zurückgewanderten Landstufe. Alle, selbst die höchsten, tragen Erratika, Kennzeichen der diluvialen Vereisung, die die ganze Insel überzog. Und zwar hatte Neufundland ein selbständiges Vergletscherungszentrum, das etwas westlich der Hauptwasserscheide lag; alle Moränen, die angetroffen wurden, bestanden aus ortsnahem Material. Der Rückzug des Eises erfolgte in mehreren Etappen, von denen drei deutlich erkennbar sind. Das durch die Vereisung geformte Landschaftsbild ähnelt dem des mittleren Finnland. Die zahllosen Seen hatten früher wesentlich größere Ausdehnung, wie Terrassen bis 30 m über dem heutigen Seespiegel beweisen. Die Moränen sind durchweg ausgewaschen, tonige und Lehmböden sind sehr selten. Die Flüsse fließen im allgemeinen nicht in eigentlichen Tälern, sondern einfach über das Land hin, wobei sie häufig ihren Lauf ändern und durch Bifurkationen miteinander in Verbindung treten. Wenn sie den glazialen Schutt weggeräumt haben, treffen sie auf festen Fels, in den sie sich einzugraben beginnen. Die so entstehenden Täler sind also epigenetisch angelegt, morphologisch sehr jung und reich an Wasserfällen und Schnellen. Nur die stärkere randliche Eiserosion hat stellenweise breite Talmulden geschaffen, deren unterer Teil vom Meere erfüllt ist und Fjorde bildet. Neben solchen Fjordküsten gibt es buchtenreiche Kliff- und Brandungsküsten. Nach der Eisentlastung trat isostatische Hebung ein, und zwar meinte DE GEER, daß der Nordteil sich hebe, der Südteil aber sinke. Der Vortragende ist zu anderen Ergebnissen gekommen. Zwar nimmt auch er die stärkste, noch heute fortschreitende Hebung im Norden an, hat aber längs der gesamten Küste Hebungserscheinungen in einem Ausmaß von 60—100 m feststellen können. Überall fand er Stufenmündungen, alte Meerespfeiler und Strandterrassen, von denen die tieferen meist Aufschüttungsterrassen, die höheren buckelige Felsterrassen sind (ehemalige Schärengebiete). Da die höchsten Strandterrassen ein wesentlich höheres Niveau haben als die nächsten Moränen, muß das noch eisbedeckte Innere teilweise unter dem Meeresspiegel, der Rand des abschmelzenden Eises aber im Wasser gelegen haben. Die mechanische Verwitterung überwiegt. Eigentümliche dolinenartige Bildungen, sog. Schotterkarst, wurden in den gehobenen Aufschüttungsterrassen beobachtet.

Neufundland hat zwei Lebensräume: die Küste und das Binnenland. Jahrhundertelang hat den Menschen nur die Küste gelockt, und zwar als Standort für die Fischerei in dem ungewöhnlich fischreichen Mischungsgebiet der Wasser des Labrador- und des Golfstroms über der Neufundlandbank. An den zahlreichen guten Naturhäfen entstanden ursprünglich nur im Sommer, später dauernd bewohnte Fischersiedlungen, die meist auf den Strandterrassen liegen, und deren Bild bestimmt wird durch die großen, mehrere Stockwerke hohen Trockenschuppen für den Stockfisch, der $^6/_7$ der Fischausfuhr ausmacht. Die Erschließung des Binnenlandes erfolgte erst Anfang unseres Jahrhunderts, und zwar auf hochkapitalistischem Wege. Genutzt wird hier zweierlei: Holz und Erze. Die typische Vegetations-

formation des Innern ist der Niederwald: über einem Teppich von Schattenpflanzen eine Strauchschicht, darüber niedrige Bäume, 3—4 m hoch, Espen, Pappeln, Fichten, Lärchen, aus denen überall die hohen Stämme abgestorbener Bäume emporragen; schöner Hochwald ist selten. Dieser Wald wird ausgebeutet durch große Pachtgesellschaften, die das ganze Land unter sich aufgeteilt haben und zum Zwecke der Papierfabrikation sinnlosen Raubbau ohne jede Vorsorge für die Zukunft treiben. Fichten und Tannen werden ausgehauen, nur die nicht brauchbare Birke bleibt stehen. Von den nachwachsenden Bäumen werden schon Stämme von Armesdicke geschnitten, und so ist, zumal bei dem ungünstigen Klima, an das Aufkommen einer zweiten Baumgeneration nicht zu denken. Der andere Reichtum Neufundlands ist Erz in unerschöpflicher Fülle. Kupfer, Eisen, Zink und Blei werden nach modernsten Verfahren abgebaut und versandt; ganze Minenstädte sind in wenigen Jahren entstanden. Die Siedlungen sind reine Zwecksiedlungen, Berufssiedlungen, auf bestimmte Gewerbe, ja oft auf eine einzige Fabrik eingestellt. In diesen Orten wohnt eine rassisch und konfessionell bunt gemischte Bevölkerung, zusammengeschweißt in dem großen Schmelztiegel angloamerikanischer Kultur, von geringem Bildungsniveau, sorglos in den Tag hineinwirtschaftend. So hat sich Neufundland, Englands älteste, aber wirtschaftlich unentwickeltste Kolonie, bedingungslos in die Weltwirtschaft eingegliedert und produziert einseitig für die Ausfuhr: Fische, Papier, Erze. Sämtliche Lebensmittel müssen eingeführt werden. Zwar könnte nach der Natur des Landes Kartoffel-, Hafer-, Roggenbau und Graswirtschaft getrieben werden. Aber die vorhandene Landwirtschaft oder richtiger farming-Industrie (Bauerntum in unserem Sinne gibt es nicht) fällt nicht ins Gewicht. Und doch liegt die wirtschaftliche Zukunft Neufundlands in der Schaffung einer gesunden Landwirtschaft und damit eines Binnenmarktes als Gegengewicht gegen die einseitige weltwirtschaftliche Orientierung, sowie im Aufbau einer rationellen Waldwirtschaft zur Erhaltung eines der wichtigsten Reichtümer des Landes.

Am 2. Dez. 1933 schilderte Herr E. Obst, Hannover, seine Eindrücke über **Das Deutschtum in Südwest und der Südafrikanischen Union,** die er auf einer vom August 1932 bis April 1933 durchgeführten Studienreise gesammelt hat. Er begann mit der ehemaligen deutschen Kolonie Deutsch-Südwestafrika, dem einzigen Lebensraum in Südafrika, wo das Deutschtum flächenhaft sitzt. Ein Rundgang durch die Kolonie zeigte eindringlich, wie schwer dieses Deutschtum hier infolge der Erschütterung seiner wirtschaftlichen Existenzmöglichkeiten zu ringen hat. Da ist zunächst Lüderitzbucht, ein Hafen an der Wüste, ohne Hinterland, der von der Diamantengewinnung an der Küste lebte. Diese Grundlage ist heute zerstört, die Diamantengewinnung ruht seit 1932, und den mustergültigen deutschen Kultureinrichtungen droht der Verfall. Jenseits des noch völlig wüstenhaften, jeder Siedlung baren Hinterlandes, der Namib, geht es in drei markanten Absätzen in die Höhe zum Farmgebiet. Es ist verschieden stark besiedelt. Der wirtschaftliche Schwerpunkt liegt im Norden und wird vom Deutschtum im wesentlichen gehalten. Der Süden, der schon früher starken burischen Einschlag hatte, ist heute überwiegend burisch, denn aus politischen (Abstimmungs-) Gründen hat man nach dem Kriege immer mehr Buren ins Land gebracht. Das Farmgebiet, das wir zunächst erreichen, ist nicht etwa von der Natur reich ausgestattet. Es ist ein Land der Steine, der Trockenheit und Öde, dem mühsam der Ertrag abgerungen werden muß, und das sich gerade jetzt, nach 5 Jahren ungewöhnlicher Regenlosigkeit, in einer schweren Krise befindet. Man ist hier zur Zucht des Persianerschafs (Karakul) übergegangen, die aber bei der Kargheit des Landes große Ländereien voraussetzt. Eine Farmerfamilie braucht 20000 ha, wenn sie von Karakulzucht leben will; pro Schaf sind 4 ha als Naturweide nötig. So können unter den heutigen Verhältnissen hier nicht mehr als 40—60000 Menschen ihr Auskommen finden. Diese Zahl ließe sich aber vermehren, wenn es gelänge, die Wasserfrage zu lösen. Man versucht dies auf verschiedenen Wegen. So hat sich eine deutsche Muster-Großfarm durch Anlage eines Staudammes Futterfelder geschaffen, deren Ernte in Silos gestapelt und bei Versagen der Naturweide verfüttert wird; andere haben die artesische Wasserfrage in Angriff genommen. Weiter nordwärts, auf Windhuk zu, werden die Niederschläge etwas reicher, Bäume treten auf, und mit dem Landschaftsbild ändert sich auch die Wirtschaft. Wenngleich auch hier die Karakulzucht vordringt, herrscht doch noch Rinderzucht mit Milchwirtschaft, Butter- und vor allem Käsefabrikation, deren Erzeugnisse ausgeführt werden. Nördlich von Windhuk, welches das eigentliche Zentrum des Deutschtums ist, wiegt ebenfalls Rinderzucht vor. Hier tritt stellenweise wieder burischer Einschlag auf, armselige Farmer, die die Mandatsregierung aus Gründen des Nationalitätenkampfes aus Angola hier hereingezogen hat und stützt, obwohl sie nicht viel besser leben als die Eingeborenen und lieber heute wie morgen das Land wieder verließen. Bemerkenswert ist die Region des Waterberges, ein Gebiet reicheren Niederschlages, wo Schichtquellen am Fuße des Berges neben der Rinder- und Karakulzucht den Betrieb von Apfelsinen- und Grape Fruit-Pflanzungen ermöglichen. Durch seinen natürlichen Reichtum zum wirtschaftlichen Schwerpunkt bestimmt ist das ebenfalls quellenreiche Otavi-Bergland, das außer hochwertiger Rinderzucht in dem Otavi-Tsumeb-Bergbaugebiet ein Industriezentrum besitzt, mit vorzüglichen sanitären Einrichtungen, gesunden Arbeitersiedlungen u. dgl.; einst der wichtigste Stützpunkt des Deutschtums hier im Norden. Die Weltwirtschaftskrise hat auch diese zweite Großwirtschaftsgrundlage des Deutschtums in Südwest zerschlagen. Gegen die Namib klingt die Farmwirtschaft ab, Kleinviehzucht tritt in den Vordergrund. Bei Swakopmund wird die Küste wieder erreicht. Auch dies ist ein Platz mit Wüste als Hinterland, heute ohne Verkehrsbedeutung, Schul- und Pensionsstadt, Seebad und daneben durch die vielen Gärten eine einzige Gemüse- und Blumenfarm, wogegen die Engländer den benachbarten Hafen Walfischbucht ganz modern ausgebaut haben. Aber auch hier findet man überall deutsche Namen, und so ist es in der ganzen Kolonie. Der Zahl nach überwiegen zwar Buren und Engländer; aber alles, was bedeutungsvoll ist in Farmwirtschaft, Gewerbe und Industrie, befindet sich noch immer in deutschen Händen, und wie immer das territoriale Schicksal unserer alten Kolonie gestaltet werden mag, kulturell bleibt sie deutsche Volkstumskolonie.

In der Südafrikanischen Union tritt uns das Deutschtum mehr kleckshaft entgegen. In den großen Städten finden wir Deutsche als Kaufleute, Ärzte, in der katholischen Kirchenorganisation, auch als Handwerker. In Durban, dem Seetor für den Goldbezirk von Transvaal (Witwatersrand, Johannesburg) spielen die Deutschen eine beachtliche, im Wollhandel sogar führende Rolle, ebenso im Goldrevier selbst als Aktionäre, Ingenieure u. a. m.; der deutsche Klub in Johannesburg zählt 1500 Mitglieder. Auch in Pretoria, der Verwaltungs-

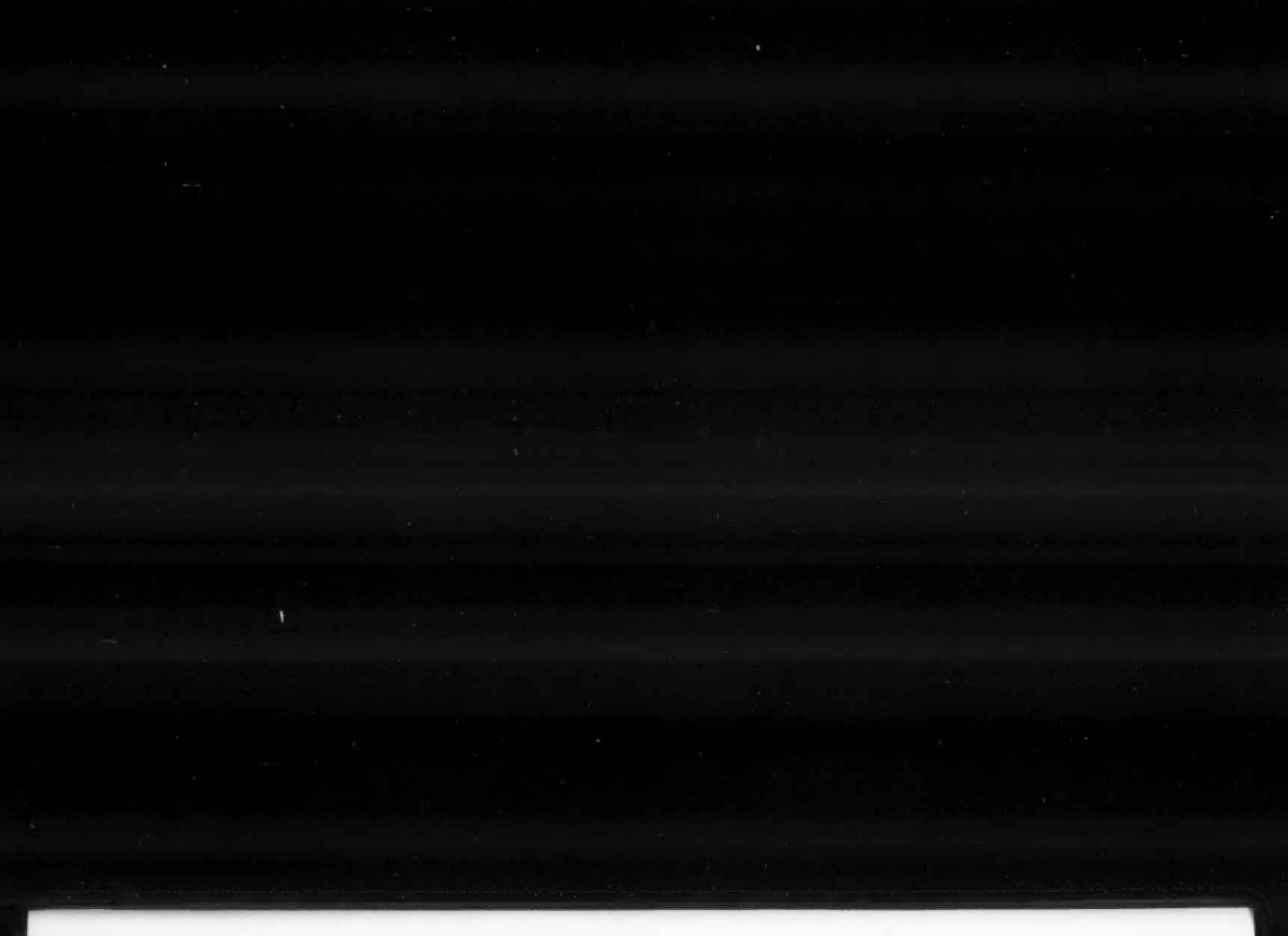
zentrale, besteht eine blühende deutsche Kolonie. Wir finden aber auch fester mit der Scholle verbundenes Deutschtum. Am Fuße des Tafelberges bei Kapstadt sitzen Lüneburger Bauern, die hier gutes Gartenland geschaffen haben und die Stadt beliefern; im Binnenhochland der Karru gibt es hier und da Deutsche als Schaffarmer. Rund 3000 deutsche Menschen wohnen im Hinterland von East London. Hier droht dem Deutschtum Gefahr, da die heranwachsende Jugend ihren Beruf zum Teil in den Städten sucht, wo sie leichter der Anglisierung erliegt. Im Hinterlande von Durban, in der Nähe von Pietermaritzburg, haben Deutsche die Kultur der australischen Gerbe-Akazie eingeführt und erzielen gute Gewinne. Weiter im Norden Transvaals, im Gebiet des Apfelsinenbaues, stoßen wir schließlich noch einmal auf eine Deutschtumsinsel. Ihre wirtschaftliche Grundlage ist der landesübliche Apfelsinenbau; daneben aber haben diese Deutschen eine Forstkultur entwickelt, die sich auf den rasch wachsenden Eukalyptusbaum stützt und von steigender Wichtigkeit ist.

Charakteristische Lichtbilder veranschaulichten die Leistungen, aber auch die Not dieser rund 50000 deutschen Menschen, die hier zum Teil aufs schwerste um die nackte Existenz kämpfen und darauf rechnen, daß sie von der Heimat auch wirtschaftlich nicht vergessen werden.

Am 18. Dez. 1933 behandelte Herr R. Gradmann, Erlangen, in einem Vortrag über **Morgenländische Steppen** die Ergebnisse einer pflanzengeographischen Studienreise nach Palästina. Diese Reise sollte die Grundlagen liefern, um einmal von geographischer Seite das Problem zu beleuchten, wieso die Länder des nahen Orients schon im tiefsten Altertum eine so erstaunliche Höhe der Gesittung erreichen und z. B. die Menschheit mit den beiden großen monotheistischen Weltreligionen beschenken konnten. Natürlich muß eine besondere Begabung der in Frage kommenden Völker vorausgesetzt werden. Das allein aber genügt nicht, wir müssen vielmehr auf die Landesnatur zurückgehen. Abgesehen von einigen Erzvorkommnissen (z. B. auf Cypern), die vielleicht zur Erfindung der Bronze- und Eisenbearbeitung geführt haben, ist das Morgenland von der Natur nicht gerade reich ausgestattet. Aber gerade die Dürftigkeit eines Landes kann auf einer gewissen Kulturstufe fördernd wirken. Ratzel hat gelehrt, daß von Völkern einfacher Gesittung die Wälder gemieden, dagegen Steppen und Übergangsgebiete aufgesucht werden. Das Morgenland aber ist vorwiegend Steppengebiet, um das man sich pflanzengeographisch freilich noch nicht viel gekümmert hat. Steppen sind weite Flächen, die wegen ungenügender Feuchtigkeit keinen Wald tragen, wohl aber Pflanzenwuchs aus Kräutern, Gräsern und gelegentlichen Baumgruppen, der nicht viel weniger als die Hälfte der Fläche bedeckt. Diese Definition genügt zur Beschreibung der heutigen Landschaft. Unsere Problemstellung verlangt jedoch die Erkenntnis der Naturlandschaft, und dazu gehört Pflanzenkenntnis. Nur diese erlaubt Rückschlüsse auf die ursprüngliche Vegetation. Wo Getreidebau ohne künstliche Bewässerung möglich ist, ist keine Wüste, sondern zumindest Steppe; gedeihen hier auch Ölbäume, so ist es früheres Waldland. Dattelpalmenoasen dagegen beweisen Wüstenland. Der häufigste echte Steppentypus, der in dem untersuchten Gebiet angetroffen wurde, ist die Wermut-Grassteppe: Wermutstauden, dazwischen Grasschleier.

Geographisch bedeutsam wird das pflanzengeographische Ergebnis erst, wenn wir es mit anderen Erscheinungen in Beziehung setzen. Da ist besonders auffällig, daß die großen alten Karawanenstraßen dem meist nur schmalen Streifen echter, ursprünglicher Steppe folgen, z. B. die „Straße der Könige" von Damaskus südwärts über Maan, noch heute die Pilgerstraße nach Mekka, und die wichtige Straße von Damaskus nach Osten. Weniger deutlich ist der Anschluß der Siedlungen. Einerseits ist das Waldland nicht überall frei von alten Besiedlungsspuren; dann aber ist neben der siedlungsreichen Steppe selbst (Berseba, Damaskus, Palmyra u. a.) besonders das Übergangsgebiet vom Waldland zur Steppe günstig für die Besiedlung gewesen, denn hier war man nicht wie in der Steppe an Wasserläufe (Wadis) und andere Wasserstellen gebunden, sondern konnte sich auch mit Zisternen behelfen. In dieses alte Randgebiet, in dem sich schon mesolithische Siedlungsspuren finden, gehören Städte wie Hebron, Betlehem, Jerusalem, Petra, Gerasa u. v. a.

Die Steppe als die Urheimat unserer wichtigsten Getreidearten (Weizen, Gerste) ist das Ursprungsland der Pflugkultur. Diese, die aus der jagenden und sammelnden Wirtschaft der ältesten Bewohner hervorgewachsen ist, kann nur an einem Punkte der Erde entstanden sein und sich von hier wie eine Religion ausgedehnt haben. Dieser Punkt aber muß im Morgenland gesucht werden, nicht nur, weil es in der Mitte der alten Kulturwelt liegt, sondern weil hier auch die notwendigen Pflanzen und Tiere heimisch sind. Das erklärt schon ein gut Teil des einstigen Kulturvorsprungs dieser Länder. Dazu kommt, daß auch der Ackerbau mit künstlicher Bewässerung seinen Ursprung in Steppenländern hat. Er konnte sich leicht entwickeln aus der Beobachtung, daß der sonst dürftige Pflanzenwuchs in der Nähe von Wasserstellen prächtig gedeiht. Denn gerade der Wüsten- und Steppenboden ist überreich an Nährsalzen, und es bedarf nur einer längeren Berührung mit süßem Wasser, um ihn fruchtbar zu machen. Diese Form des Ackerbaues aber verlangt für das rechtzeitige Öffnen und Schließen der Kanäle Beschäftigung mit der Sternbeobachtung, sie verlangt ferner eine gesicherte Ordnung des Gemeinschaftslebens und hat somit weittragende Folgen politischer und wirtschaftlicher Art. Erst als Ableger dieser Ackerbaukultur ist das Wanderhirtentum entstanden, zur Ausnutzung des für den Ackerbau nicht geeigneten Bodens. Zwischen den seßhaften Ackerbauern und den wandernden Hirten entwickelt sich Warenaustausch, befestigte Beduinenmärkte sind Keimzellen für Städte wie Ur und Babel. Reichtum und Handel entsteht, der im Binnenhandel geschulte Kaufmann geht dann zum Auslandshandel über; auch die Anregung zu schriftlichen Aufzeichnungen mag vom Handel ausgegangen sein.

Mit alledem dürfte der jahrtausendalte Kulturvorsprung des Morgenlandes erklärt sein. Was bedingt nun den plötzlichen Stillstand und die heutige Verarmung? Neben historischen Ereignissen wie dem Vordringen des Islam und dem Festhalten an heute primitiv erscheinenden Wirtschaftsformen ist es vor allem die Tatsache, daß die einst wichtige Weltverkehrslage des Morgenlandes nicht mehr gültig ist. Deshalb ist der namentlich von deutschen Gelehrten genährte Gedanke, es bedürfe nur unserer abendländischen wirtschaftlichen Energie, um das Morgenland wieder hochzubringen, ein Irrtum, wie das Fehlschlagen der großen Bahnpläne (Bagdad-, Hedschasbahn) beweist. Die alte Landwirtschaft wiederherzustellen, wäre an sich möglich, denn das Klima hat sich seit biblischer Zeit nicht geändert. Aber es lohnt nicht mehr, weil andere Länder viel billiger herstellen, was hier nur mit kostspieligen Hilfsmitteln geleistet werden könnte. Kurt Kaehne.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. Dr. Arnold Berliner, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig.